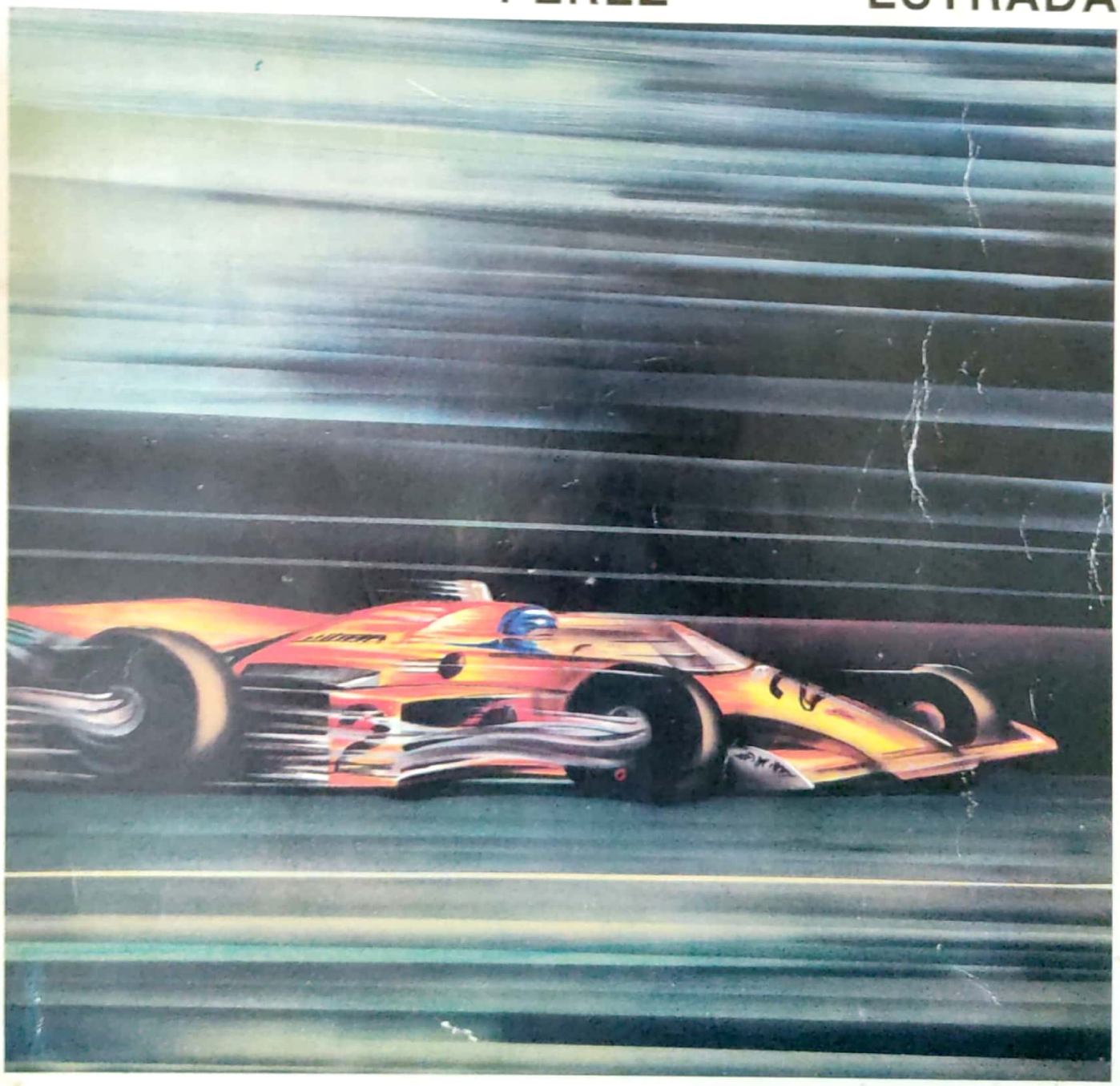
Mi FÍSICA de Primer Grado

ZENDEJAS PÉREZ ESTRADA



Escaneado con CamScanner

Mi Física de primer grado

PEDRO J. ZENDEJAS MENDOZA
Profesor de Educación Secundaria
Profesor y Coordinador de Física y Química
Secretaría de Educación Pública

HABACUC PÉREZ CASTILLO
Profesor de Educación Secundaria
Profesor de Matemáticas, Física y Química
Catedrático de la Normal Superior de México
Secretaría de Educación Pública

MARCO A. ESTRADA DUARTE
Profesor de Educación Secundaria
Profesor de Física y Química
Jefe de Enseñanza de Física y Química
Secretaría de Educación Pública

Ediciones Pedagógicas, S.A. de C.V.
México, D.F.

Escaneado con CamScanner

Primera edición: 1984
MI FÍSICA DE PRIMER GRADO

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra,
por cualquier medio, sin autorización escrita del editor.

DERECHOS RESERVADOS © 1984, por:
PEDRO JAVIER ZENDEJAS MENDOZA
HABACUC PÉREZ CASTILLO
MARCO ANTONIO ESTRADA DUARTE
Antiguo Camino a Atizapan Núm. 4
Col. Residencial Calacoaya
Atizapan de Zaragoza
54500 Estado de México

EDICIONES PEDAGÓGICAS, S. A. de C. V.
San Andrés Atoto 23
Fracc. Ind. San Andrés Atoto
53500 Naucalpan, Edo. de México
Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial, Reg. Núm. 1032

ISBN 968-7183-51-9

2345678901 LINSA-84 8012346795

Impreso en México Printed in Mexico

Esta obra se terminó de
imprimir en junio de 1985
en Impresora Publimex, S.A.
Calz. San Lorenzo 279 Local 32
Col. Estrella
Delegación Iztapalapa
09800 México, D.F.

Se tiraron 10 000 ejemplares

Escaneado con CamScanner

CONTENIDO

Prólogo, VII

Unidad 1

Ciencia y experiencia

Conocimiento empírico 1
Conocimiento científico..... 2
Leyes y teorías 4
Ciencia y tecnología 4
La Física 6
Interrelaciones de las ciencias 7
El laboratorio 7
Cuestionario de evaluación 10

Unidad 2

La materia y la energía

Propiedades generales de la materia .. 14
Propiedades particulares de la materia . 20
Sustancias orgánicas e inorgánicas ... 27
¿Qué es la energía? 27
El Sol, fuente de energía 30
Mediciones 30
Cuestionario de evaluación 34

Unidad 3

Fuerza y movimiento

Fuerza 37
Vectores 39
La ley de Hooke 40
Medición de la fuerza 42
Sistemas de fuerzas 44
Momentos de fuerzas 48
Equilibrio 49
Trabajo mecánico 54
Máquinas simples 55
Fricción 60
Movimiento 61
Cuestionario de evaluación 65

Unidad 4

Movimiento variado

Aceleración 69
Leyes de Newton 71
Caída de los cuerpos 76
La gravitación universal 81
¿Por qué no se cae la Luna? 83
Cuestionario de evaluación 85

Unidad 5

Los líquidos

Hidrostática 89
Características de los líquidos 89
El estado sólido 93
Presión 95
¿Cómo se transmite la presión? 97
La presión hidrostática 98
La presión y la altura 100
La presión y el peso específico 102
El hidrómetro de Boyle 105
Cuestionario de evaluación 106

Escaneado con CamScanner

Unidad 6

Los gases

Estados de agregación de la materia .. 109
¿Cómo son los gases? 110
Presión neumática 112
Peso del aire 113
Variaciones de la presión 117
Cuestionario de evaluación 119

Unidad 7

El sonido y las ondas

Movimiento vibratorio ondulatorio.. 121
Elementos de una onda 123
Tipos de vibraciones 125
¿Qué es el sonido? 126
Velocidad de propagación del sonido . 128
Características del sonido 129
Sonidos y ruidos 133
Audibilidad 133
Eco y resonancia 134
Cuestionario de evaluación 139

Unidad 8

La energía radiante

La luz y el color 144
Velocidad de la luz 145
Trayectoria de la luz 148
Rayos y haces luminosos 149
Sombra y penumbra 151
Las imágenes 151
Cuestionario de evaluación 153

Glosario, 155

Escaneado con CamScanner

PRÓLOGO

Compañero Profesor:

En este libro de texto hemos procurado desarrollar, en forma íntegra y ordenada, el programa del Primer Curso de Física de Educación Media Básica.

Hemos procedido de manera que el alumno obtenga los conocimientos científicos a partir de sus experiencias e investigaciones experimentales realizadas de acuerdo con el método científico.

En cada unidad se plantean problemas para que los resuelva mediante técnicas de laboratorio; en ellos se ha procurado que los equipos y procedimientos estén al alcance del más modesto plantel.

Conforme al diseño de cada lección, el alumno realizará observaciones, formulará hipótesis que serán sometidas a la investigación experimental, para que finalmente exponga sus conclusiones. Para verificar que tales conclusiones concuerden con la teoría, se dan también las respuestas de los problemas y se presentan, enmarcados para destacarlos, las leyes, principios, fórmulas y teorías correspondientes. Todo ello aclarado mediante indicaciones marginales que facilitan la localización de los temas concretos.

Al final de cada unidad se propone un cuestionario de evaluación que permitirá al alumno saber si ha logrado los objetivos de la unidad.

La obra concluye con un glosario en el que se presentan todos los términos técnicos y científicos que aparecen en el texto.

Con todo lo anterior, creemos que podemos ofrecer un texto que sea un valioso auxiliar para la conducción del aprendizaje de esta asignatura.

Los autores

Escaneado con CamScanner

unidad 1

Ciencia y experiencia

1.1.1. Muchos de los conocimientos que adquirimos y que se almacenan en la mente son resultado de la observación, de las actividades que realizamos, de las explicaciones que nosotros y los que nos rodean damos a los sucesos.

A todo esto lo llamamos *experiencia* y, a los conocimientos así adquiridos los clasificamos como *empíricos.*

CONOCIMIENTO EMPÍRICO

Es un conocimiento adquirido mediante la observación, sin el orden ni rigor ni método que impone la ciencia.

CARACTERÍSTICAS DEL CONOCIMIENTO EMPÍRICO

El conocimiento así adquirido suele adolecer de algunas limitaciones:

- Es impreciso
- Es inseguro
- Carece de orden y estructura para integrar una explicación racional del universo.

Por ejemplo, hemos aprendido, que todos los cuerpos caen cuando no están debidamente apoyados.

Sin embargo, pese a todas las experiencias realizadas, la gente tiene muchas nociones imprecisas, y hasta sobre la caída de los cuerpos:

Inseguridad

Durante mucho tiempo se creyó, y algunos lo siguen creyendo, que el Sol, la Luna y las estrellas no se caen porque están sujetos a una especie de techumbre a la cual se llamó esfera celeste.

Imprecisión

Se cree también que no todos los cuerpos caen con la misma velocidad, sino que los más densos y pesados lo hacen con mayor rapidez. Hasta hace relativamente poco (menos de 400 años) se aclaró que, en principio, *todos los cuerpos caen con la misma velocidad* pero que el aire puede alterar los resultados.

Escaneado con CamScanner

Carencia de orden y estructura

Los conocimientos empíricos no dan una explicación sobre las *relaciones causales*, es decir, sobre la de conexión entre causa y efecto.

Por ejemplo, aunque la caída de los cuerpos fue observada por el hombre durante varios cientos de siglos, no fue sino hasta hace relativamente poco tiempo que Isaac Newton explicó el por qué de ese fenómeno al formular la ley de la gravitación universal.

CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

1.1.2.

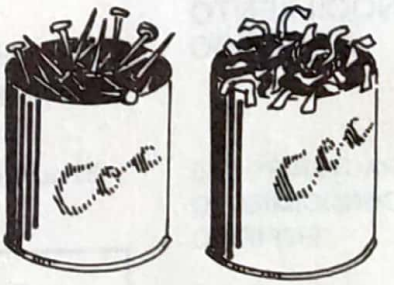
El *conocimiento científico,* por el contrario, supera esas deficiencias pues nos permite:

CARÁCTER DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

- Predecir, con cierta seguridad, los fenómenos.
- Determinar en qué magnitud se presentarán tales fenómenos.
- Explicar por qué ocurren los fenómenos.

Para comprender cómo se llega a ese resultado, realiza los siguientes experimentos.

1. Llena un bote de refresco con tornillos y clavos y otro con viruta de papel. Ciérralos y déjalos caer desde unos 5 metros de altura. ¿Cuál crees que llegue primero al suelo?



Los dos llegaran al suelo al mismo tiempo.

¿Por qué?

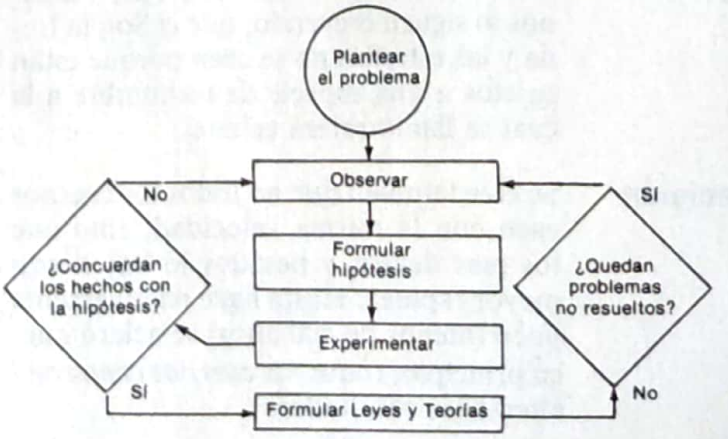
Como se usa el mismo contenedor tendrían la misma resistencia con el aire, la masa no afecta.

¿Concuerdan los resultados del experimento con tu conjetura (hipótesis)?

1.2.1.

MÉTODO CIENTÍFICO

Para alcanzar el nivel de confianza exigido por la ciencia, se requiere seguir la serie de procedimientos que forman el *método científico*:



Escaneado con CamScanner

Observación

La base del método científico es la *observación:* hay que mirar los fenómenos que ocurren en la naturaleza, registrar, medir.

Cuando percibes el hecho de que caen los cuerpos abandonados en el espacio, estás realizando observaciones.

Hipótesis

Después, hay que formular *hipótesis;* las hipótesis son suposiciones provisionales sobre las causas, modalidades y factores que influyen sobre el fenómeno.

A la pregunta que te hicimos "¿cuál crees que llegue primero?", tú contestaste con una hipótesis, que tal vez haya sido:

— "Cae primero el bote más pesado".
Tu predicción puede resultar verdadera o falsa, y deberás estar dispuesto a modificarla según los hechos.

Para comprobar si una hipótesis es falsa o verdadera se reproducen los fenómenos en forma controlada. Es decir, los fenómenos ya no son espontáneos, sino que se provocan; además, habrá que aislarlos de las circunstancias que pudieran alterar las conclusiones.

Experimentación

La experimentación consiste en el conjunto de fenómenos que son provocados voluntariamente para determinar la validez de la hipótesis y que son aislados de influencias extrañas para adquirir la seguridad de que son ellos los que la definen.

En nuestro estudio relativo a la caída de los cuerpos, debemos observar cuidadosamente los hechos para decidir si la hipótesis se sostiene.

¿Cayó el bote de clavos antes que el de viruta? NO (Teoría).

Una hoja de papel cae describiendo espirales caprichosas y tarda bastante tiempo en llegar al suelo. 2 segundos

Haz una bola con esa hoja de papel y déjala caer.

¿Cómo es el tiempo de caída ahora? Menor, de solo 1 s

¿No sugiere eso que el aire influye en nuestro estudio? Si.

¿Cómo se podría eliminar ese factor perturbador?

Colocando el sistema en una cumara de vacio o en el espacio.

Escaneado con CamScanner

¿Sabes de algún científico que haya hecho ya el experimento? Si, Neil Armstrong y Buzz Aldrin lo hicieron en la luna.

LEYES Y TEORÍAS

Una vez realizado el estudio experimental, se habrá de llegar al enunciado de una *ley*.

De nuestras observaciones podríamos sacar como conclusión la siguiente ley:

Todos los cuerpos caen con la misma velocidad, cuando se elimina la influencia perturbadora del aire.

Si proseguimos nuestras investigaciones llegaremos a formular bastantes leyes sobre el valor de la velocidad, la aceleración, las causas y consecuencias de la caída de los cuerpos.

Al llegar a ese nivel, tendremos un estudio bastante completo sobre el tema; a ese estudio lo llamaríamos teoría.

Una ley es un conocimiento científico general.

Teoría

Una teoría es un conjunto organizado de leyes que integran un estudio completo en torno a un tema.

LEYES Y TEORÍAS

1.2.2. EL AVANCE CIENTÍFICO

El *método científico* que hemos descrito es el que utilizan todos los investigadores de Biología, Física, Química y en fin, todas las ciencias *experimentales*.

La ciencia avanza gracias a los investigadores que realizan pacientemente observaciones, cuantas veces se les plantea un problema. Después formulan hipótesis que en numerosas ocasiones tendrán que ser descartadas al no ajustarse a los hechos que se presentan en las observaciones experimentales.

Al fin surge la hipótesis que concuerda con los hechos y ella resiste, una tras otra, todas las pruebas a la que el científico la somete: en ese momento aparece el conocimiento científico, que es presentado como una ley natural. Las leyes se organizan y jerarquizan para formar lo que conocemos como *teoría*.

El trabajo científico nunca termina; de vez en cuando surge una nueva observación, algún hecho que no concuerda con una de las leyes establecidas; entonces todo el edificio se derrumba y habrá que comenzar a construir una nueva teoría.

CIENCIA Y TECNOLOGÍA

El trabajo realizado nunca es inútil. Por un lado, la ciencia va siendo cada vez más perfecta, por otro, como producto de la ciencia, el hombre obtiene siempre algún instrumento o técnica auxiliar que le ayuda a realizar sus trabajos.

Ese producto útil se llama *tecnología*.

La tecnología nos ha dotado de medios de transporte y juguetes; medicinas y aparatos de televisión; especies de plantas y animales que nos proporcionan innumerables beneficios; materiales para construir casas, vestidos, muebles. . . en fin, todo lo que está a nuestro servicio.

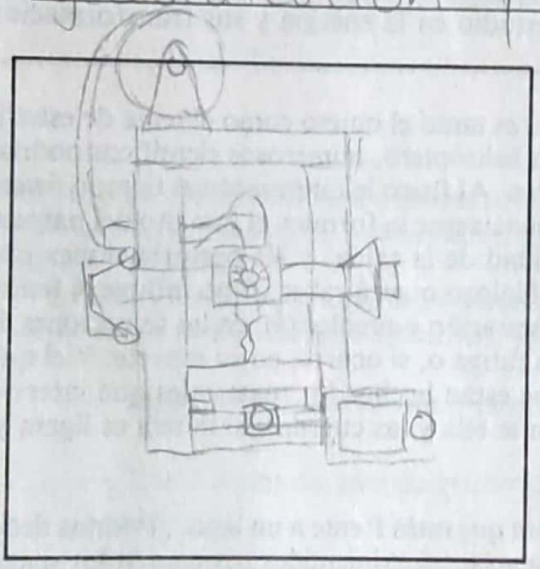
Escaneado con CamScanner

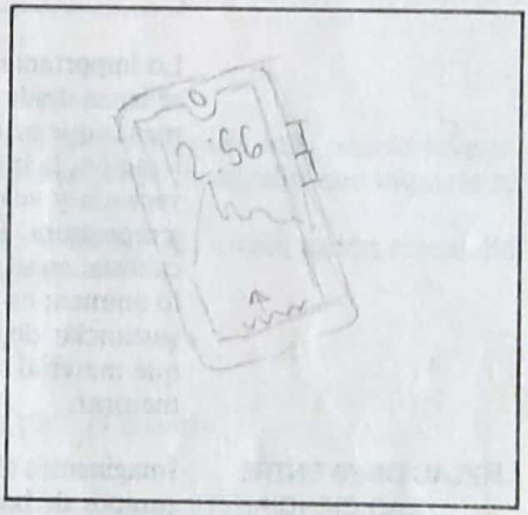
¿Podrías hacer una lista de todo lo que debemos a la tecnología?
Reparte entre tus compañeros algunos temas de lo que debemos a la tecnología y que cada uno haga su lista.
Tema: (por ejemplo: transporte, alimentos, telas, medicinas).

Motores de combustion usados en autos, motocicletas y maquinaria de construccion. Turbinas usadas en aviones comerciales

¿Podrías describir algunos productos que la ciencia, a través de la tecnología, nos ha proporcionado durante estos últimos años que tú tienes de vida?
(Ilústralos mediante dibujos o fotografías)

Las maquinas de impresion 3D, los dispositivos moviles, sistemas de geolocalizacion y naves espaciales.





1.3.1. LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

Las ciencias que estudian la naturaleza mediante el método experimental o científico reciben el nombre de Ciencias Naturales o Ciencias Experimentales.

Cada una de ellas abarca un campo de trabajo definido por los objetos que estudia.
¿Podrías decir qué ciencias estudian a:

Insectos Biología, Entomología
Seres vivos Biología
Minerales Geología
Energía Física
Sustancias Química
Cuerpos celestes Astronomía

Escaneado con CamScanner

Algunas ciencias son muy específicas, como la Entomología, que estudia los insectos y que está subordinada a la Biología, que estudia los seres vivos.

Entre las ciencias experimentales podríamos distinguir tres grandes grupos.

- Biológicas
- Físicas
- Químicas

Las primeras tienen por tema el fenómeno de la vida. Las últimas estudian la materia y sus transformaciones; analizan de qué están hechos los cuerpos y cómo unas sustancias se transforman en otras.

LA FÍSICA

OBJETO DE ESTUDIO DE LA FÍSICA

> La Física suele ser definida como la ciencia que estudia los fenómenos en los que no cambia la naturaleza de las sustancias. La Física centra su objeto de estudio en la energía y sus transformaciones.

Lo importante no es tanto el objeto como el tema de estudio. Así, si un paracaidista se lanza desde un helicóptero, numerosos científicos podrían interesarse en los fenómenos que ocurren. Al físico le interesarán el tiempo de caída, la velocidad, la aceleración, la influencia que la forma y el tamaño del paracaídas ejercen sobre la trayectoria y velocidad de la caída, y las perturbaciones causadas por el viento y la temperatura. El biólogo querrá saber cómo influye el fenómeno en la vida del paracaidista: en su respiración y circulación; en las sensaciones de ansiedad y angustia que lo animen; en su fatiga o, si ocurre, en su muerte. Y el químico se interesará en las sustancias de que están hechos los materiales que intervienen en el fenómeno: de qué material son la tela y las cuerdas; si la tela es ligera y resistente, y si se puede mejorar.

RELACIONES ENTRE LAS CIENCIAS

Imaginemos ahora que estás frente a un lago. ¿Podrías decir a cuál de los tres grandes campos de las ciencias experimentales pertenecen los siguientes problemas? (Márcalos con una cruz)

	FÍSICA	QUÍMICA	BIOLOGÍA
1 ¿Pueden criarse truchas en el lago?			X
2 ¿Se puede construir una central hidroeléctrica que aproveche la energía del lago?	X		
3 ¿Son útiles las aguas para regar los cultivos cercanos?		X	X
4 ¿Qué sustancias minerales hay disueltas en las aguas?		X	
5 ¿Hacia qué puntos puede hacerse circular las aguas?	X		
6 ¿Cómo puede aprovecharse el lago para mejorar la vida de la comunidad?	X	X	X

Escaneado con CamScanner

Respuestas

No siempre es fácil clasificar el problema, puesto que frecuentemente hay que hacer que las ciencias colaboren entre sí.

En el problema 3, por ejemplo, se pregunta sobre la influencia de las sustancias sobre la vida; entonces, tanto la Química como la Biología tienen que intervenir en él. El problema 6 por su complejidad se presta para que las tres grandes ciencias participen en él. Así, el biólogo propondría técnicas adecuadas para el desarrollo de la agricultura y la ganadería y otras que favorecen la preservación del ambiente ecológico. Antes de proceder, se necesita conocer el clima y la constitución del suelo. Esto es de la incumbencia del físico y el químico, respectivamente. Además, el físico propondría formas de aprovechamiento de la energía del lago para construir molinetes hidráulicos y turbinas. El químico a su vez nos hablaría de cómo utilizar el agua y sus componentes en la alimentación, el riego y, tal vez, alguna industria derivada. Nos diría cómo purificar y mejorar el agua.

1.3.2.

INTERRELACIONES DE LAS CIENCIAS

Todas las ciencias se interrelacionan, ya sea en sus estudios teóricos o en sus aplicaciones tecnológicas. Lo mismo sucede con las ciencias no consideradas como experimentales, por ejemplo: las Matemáticas, que son indispensables para los cálculos numéricos y representaciones geométricas, la Historia, la Geografía, la Astronomía, la Lingüística, el Derecho.

1.4.1.

EL LABORATORIO

EL LABORATORIO ESCOLAR

El laboratorio escolar será uno de tus lugares favoritos, pues en él podrás investigar, observar, descubrir, comprobar, experimentar todo aquello que inquiete tu espíritu científico.

Un laboratorio es el lugar apropiado para el trabajo de investigación efectuado de acuerdo con el método científico. Contiene:

— Los objetos que se van a estudiar.

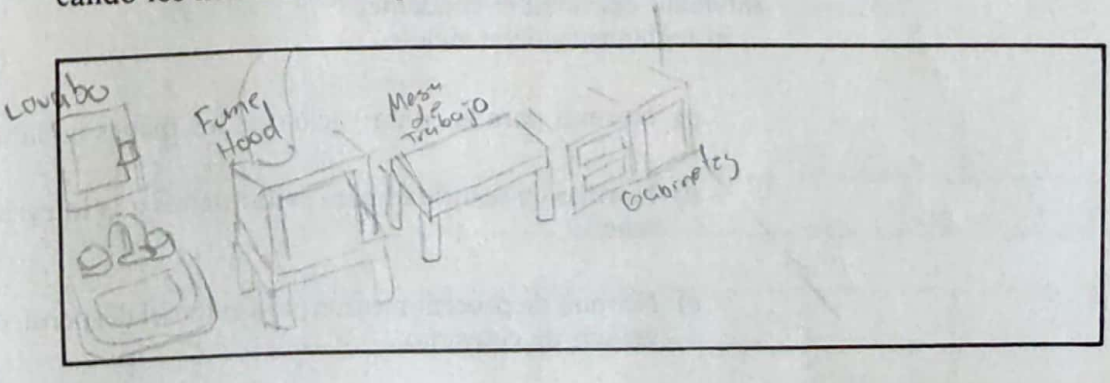
— Las fuentes de energía requeridas para el estudio.

— Los recipientes, instrumentos y aparatos necesarios.

— Los medios para realizar las mediciones apropiadas y sobre todo un espacio en el que se pueden aislar de influencias perturbadoras los fenómenos que se desea investigar.

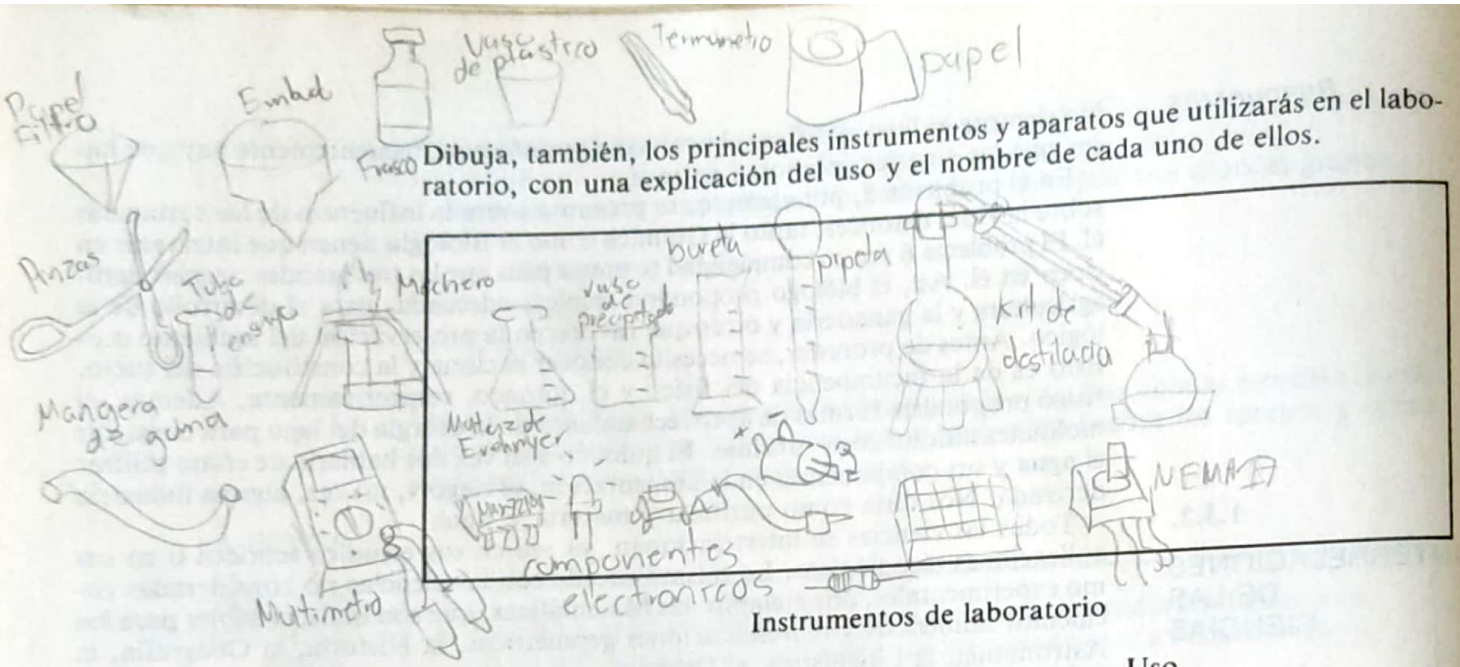
En el laboratorio deberás adquirir la actitud del hombre de ciencia. Lo harás como si las leyes científicas aún no hubiesen sido descubiertas, sino que apenas estuvieran comenzando a descubrirlas.

Dibuja en este espacio tu mesa de laboratorio, con sus instalaciones fijas, indicando los nombres correspondientes.



Escaneado con CamScanner

Dibuja, también, los principales instrumentos y aparatos que utilizarás en el laboratorio, con una explicación del uso y el nombre de cada uno de ellos.



Instrumentos de laboratorio

Nombre	Uso
Kit de destilación	Separación de soluciones
Vaso de precipitado	Realizar reacciones
Bureta	Medir volumen
Multímetro	Medir magnitudes eléctricas
Motor DC	Generar movimiento
Cables de Cobre	Hacer conexiones eléctricas.

1.4.2. REGLAMENTO DEL LABORATORIO

El laboratorio, como las fábricas y talleres, contiene materiales, instrumentos y fuentes de energía que pueden ser de gran utilidad para el hombre, cuando se manejan con responsabilidad y pleno conocimiento de lo que se puede hacer y lo que se debe hacer. También puede ser fuente de experiencias desagradables y dolorosas, de accidentes e incluso de tragedias.

Debes ser cuidadoso con las sustancias que manejas: algunas son corrosivas, tóxicas, venenosas, cáusticas. El gas y la electricidad que utilices pueden causar accidentes. Los instrumentos y materiales se han diseñado para ser utilizados conforme a determinadas normas, que deben tenerse en cuenta.

Los experimentos mismos entrañan siempre un riesgo y a éste debe enfrentarse quien se adentra en lo desconocido. Los riesgos no deben ser afrontados con insensata temeridad. Para empezar te sugerimos que, con ayuda de los maestros, te reúnas con tus compañeros para elaborar un reglamento del laboratorio, en el que se armonicen sabiamente tus inquietudes de investigador con el sentido de responsabilidad del hombre prudente.

El reglamento debe incluir:

a) Normas para la conservación de los bienes de laboratorio.

b) Normas de seguridad para evitar daños a la integridad y salud de los asistentes.

c) Normas de procedimientos para evitar el desperdicio de materiales y energéticos de consumo.

Escaneado con CamScanner

d) Normas de control de calidad en las investigaciones científicas que en él se realicen.

e) Normas de comportamiento que aseguren trabajos dignos y eficaces de los asistentes.

1.4.3. El laboratorio no es el único lugar en el que se pueden realizar investigaciones científicas. Algunos fenómenos de naturaleza incontrolable no pueden ser sometidos a experimentaciones, dado que no es posible reproducirlos a voluntad. Entre ellos tenemos:

- Los fenómenos meteorológicos relativos al clima: lluvias, vientos, temperatura ambiente, presión o humedad atmosférica.
- Los fenómenos astronómicos, relacionados con los movimientos y características de los cuerpos celestes.
- Los fenómenos sociales, referentes a las características y al comportamiento de los grupos humanos.

En la investigación de esos fenómenos no se cuenta más que con la *observación* de los acontecimientos naturales. Para realizar con más eficacia el estudio, se instalan *observatorios* con los instrumentos adecuados para medir, observar y registrar esos fenómenos. En el caso de los fenómenos sociales, el estudio se realiza mediante observaciones y encuestas. El hombre estudia e investiga por dos razones básicas:

CIENCIA PURA

1) Por el solo deseo de conocer. Su curiosidad innata le obliga a tratar de comprender la causa y razón de las cosas. Así crea la *ciencia pura*.

CIENCIA APLICADA

2) Por el beneficio que le proporciona el dominio de los fenómenos investigados. Obtiene así materiales y formas de energía para su alimentación, vestuario, salud, recreación, trabajo. Con ello crea la *ciencia aplicada*, también llamada *tecnología*.

1.4.3.

CIENCIA Y COMUNIDAD

Entre todos desean lograr que las investigaciones redunden en beneficio de la comunidad. ¡Hay tanto por investigar! Podrían, por ejemplo, investigar la naturaleza del suelo, las condiciones del clima, la flora y fauna adaptable a la región, las fuentes de energía existentes y la forma de aprovecharlas, la manera de mejorar las especies biológicas útiles, la topología del lugar, las costumbres de los habitantes, las industrias que podrían establecerse . . . Hay, en fin, multitud de temas de estudio que resultarían útiles para la comunidad. ¿Te gustaría diseñar un programa de investigación científica en colaboración con tus maestros?

Escribe aquí tus opiniones

Si, sería de utilidad para desarrollar proyectos que ayuden a la comunidad

Escaneado con CamScanner

CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN

I. Escribe en el paréntesis E o C, según el conocimiento correspondiente sea *empírico* o *científico,* respectivamente.

(E) El Sol parece que gira en torno a la Tierra.

(C) La Tierra gira en torno al Sol.

(E) La Luna no cae porque la sostiene algún soporte material.

(C) La Luna no cae porque la fuerza centrífuga equilibra su peso.

(E) Los cuerpos empiezan a quedar inmóviles en cuanto cesan las fuerzas que los impulsan

(C) Los cuerpos en movimiento no se detienen sin la intervención de otras fuerzas.

(E) El paludismo se debe a los vapores letales que surgen de los pantanos.

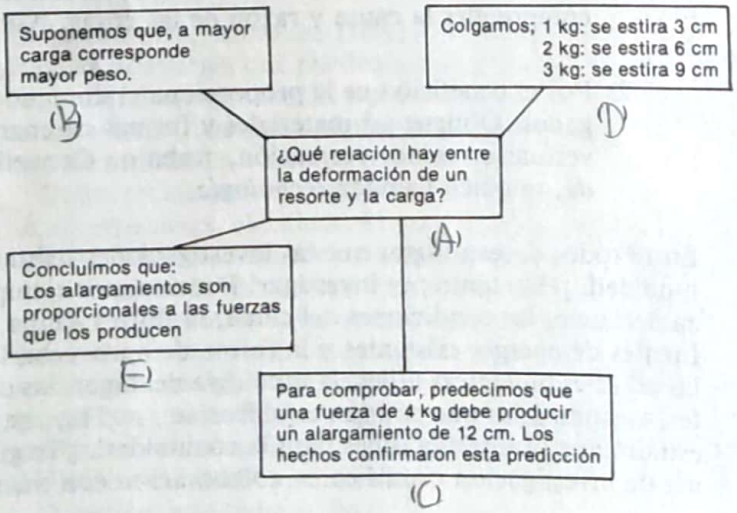
(C) El paludismo es causado por un microbio inyectado por mosquitos.

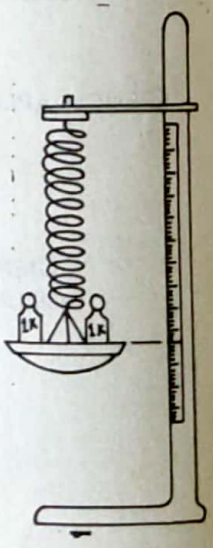
(C) En el vacío, todos los cuerpos caen con la misma velocidad.

(E) Los cuerpos pesados caen más rápidamente que los ligeros.

II. Indica, escribiendo en el paréntesis la letra correspondiente, las fases de la siguiente investigación científica:

A. Enunciado del problema
B. Observación
C. Hipótesis
D. Experimentación
E. Ley o principio





III. Escribe en cada paréntesis la letra o letras correspondientes al complemento.

(C) Los fenómenos de la naturaleza relativos a los seres vivos son estudiados por la:

a) Física.
b) Química.
c) Biología.
d) Geografía.

Escaneado con CamScanner

(a) La Química estudia los fenómenos en los que:

a) Cambia la naturaleza de las sustancias.
b) No se altera la naturaleza de las sustancias.
c) Se puede regresar al estado inicial del fenómeno.
d) Los cambios son irreversibles.

(c) Son ejemplos de fenómenos que estudia la Física:
(e)

a) La respiración pulmonar.
b) La combustión de la gasolina.
c) La caída de los cuerpos.
d) La composición del agua.
e) La reflexión de la luz.

(a) El lugar destinado a la investigación científica es:

a) El laboratorio.
b) El observatorio.
c) El salón de clases.

(b) El conjunto organizado de leyes que forman el estudio completo de un tema se llama:

a) Ciencia.
b) Teoría.
c) Conocimiento.
d) Principio.

(a) Una suposición provisional para explicar un fenómeno se llama:

a) Hipótesis.
b) Teoría.
c) Ciencia.
d) Principio.

(d) La aplicación de la ciencia para proporcionar al hombre recursos, técnicos y materiales útiles es la:

a) Hipótesis.
b) Teoría.
c) Disciplina.
d) Tecnología.

Escaneado con CamScanner

(b) La aplicación de la ciencia a la solución de un problema o necesidad del hombre constituye la:

a) Ciencia pura.
b) Tecnología.
c) Teoría.

Escaneado con CamScanner

unidad 2

La materia y la energía

En una noche estrellada, sube a lo alto de una colina y contempla el cielo, la tierra y el mar. Mira cómo brillan las estrellas y cómo en el horizonte parece que todo termina. En una noche así es probable que veas caer estrellas fugaces que van dejando tras de sí una estela luminosa apenas perceptible.

Escucha el rumor del mar y siente cómo la brisa refresca tu rostro y mueve lentamente tus cabellos. Observa los árboles y afina el oído para que escuches el suave susurro del viento cuando pasa a través del follaje.

Contempla el rayo de luz que los faros hacen girar en torno a la bahía y expresa todo lo que eso te inspira.

2.1.1. LA MATERIA

En la lectura anterior se han mencionado varios objetos: unos son *materiales* y otros no lo son. ¿Puedes identificarlos? En la siguiente lista, subraya los nombres de cosas materiales:

Tu casa	Las estrellas	Tus cabellos
Una noche	El horizonte	Los árboles
Una colina	Una estela luminosa	Tu oído
El cielo	El rumor del mar	El susurro del viento
La tierra	La brisa	El follaje
El mar	Tu rostro	El rayo de luz
Los faros	La bahía	Los pensamientos

Escaneado con CamScanner

Seguramente no tuviste dificultades para identificar algunas cosas que son francamente materiales: tu casa, la tierra, los faros, las estrellas, los árboles, tus cabellos. . . Otros, en cambio, los habrás identificado como inmateriales: el cielo, el horizonte, los pensamientos. . .

Pero quizá te cueste trabajo decidir si una estela luminosa, el susurro del viento, la brisa y el rayo de luz son materiales o no. En esta unidad nos proponemos describir las características que permiten identificar la materia.

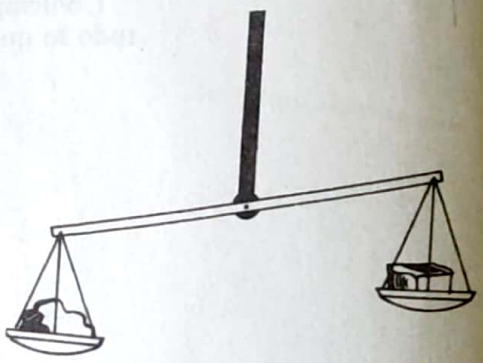
PROPIEDADES GENERALES DE LA MATERIA

Todos los cuerpos, cualquiera que sea su estado físico (sólido, líquido o gaseoso) o su tamaño, presentan algunas características llamadas *propiedades* generales de la materia.

Las más importantes son:

MASA

Masa es la cantidad de materia contenida en un cuerpo.



La cantidad de masa se determina mediante una balanza de dos cuerpos, tiene mayor masa el que hace bajar más el platillo.

Existe una íntima relación entre masa y peso, pero no deben confundirse estos conceptos.

PESO

El peso es la fuerza de atracción que ejerce la Tierra sobre los cuerpos.

Pero el peso es una propiedad variable que depende de la distancia entre el cuerpo y el planeta. ¿Has oído decir que un astronauta pesa menos en la Luna, y que a cierta distancia de la Tierra carece de peso apreciable? En cambio, no varía su masa, o sea su cantidad de materia.

EXTENSIÓN

Todo cuerpo ocupa un lugar en el espacio. A esta propiedad se le llama *extensión*.

Escaneado con CamScanner

La extensión de un cuerpo puede medirse: el largo, ancho y grosor; el radio o el diámetro, si son cuerpos redondos. Con estas medidas pueden determinarse longitudes, áreas y volúmenes de los cuerpos.

CUERPO

> Un *cuerpo* es una porción limitada de materia, que ocupa un lugar en el espacio.

Por ejemplo, son cuerpos las estrellas, los planetas, un animal, una planta, un mueble.

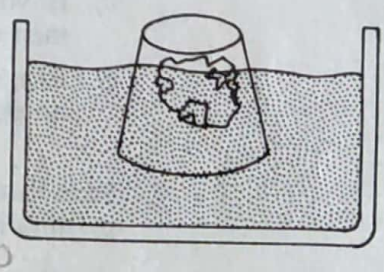
En el lugar donde tú te sientas no puede sentarse otro compañero, porque "dos cuerpos no pueden ocupar el mismo lugar al mismo tiempo". Así lo establece la propiedad general llamada *impenetrabilidad,* que es una consecuencia de la masa y la extensión.

IMPENETRABILIDAD

> El espacio ocupado por un cuerpo no puede ser ocupado al mismo tiempo por otro cuerpo.

a) Introduce un papel en un vaso, de manera que no se caiga al invertirlo.

En esa posición, mételo en un recipiente con agua, como lo indica la figura.



¿Qué sucede? ¿Se moja el papel? . . .

NO

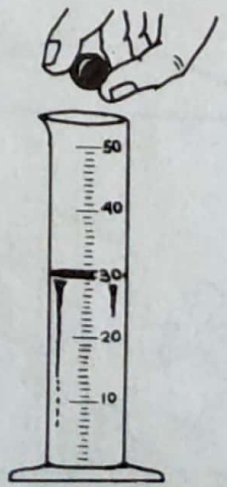
Escribe tus conclusiones:

El papel esta acompañado de una cantidad de aire que evita que el agua llene el vaso

b) En una probeta graduada vierte 30 cm³ de agua e introduce canicas o piedrecillas.

Anota el nuevo nivel del agua y determina así el volumen de los cuerpos agregados.

Nivel original: 30 cm³



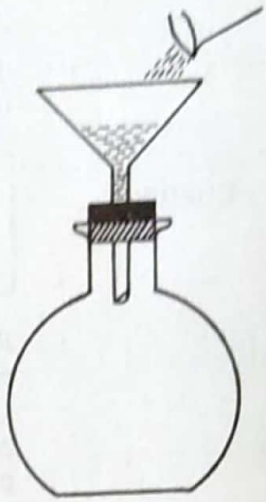
Nuevo nivel: _____

Volumen agregado: _____

¿Cómo relacionas este experimento con la propiedad llamada impenetrabilidad?

Las canicas desplazan al agua porque las dos cosas no pueden ocupar el mismo espacio.

Escaneado con CamScanner



c) Tapa un matraz con un tapón perforado. En el agujero introduce el tubo de un embudo.

Llena de agua el embudo y observa si el líquido pasa al matraz.

¿Penetra el agua? No

¿Por qué? El aire lo impide

¿Qué cuerpo ocupa el matraz e impide el paso del agua? El aire

¿Qué podría hacerse para llenar el matraz? Destapando y permitir que al llenarlo el aire salga.

Respuestas

a) El papel no se moja porque el aire contenido en el vaso impide el paso del agua.

b) El volumen de las canicas se agrega al volumen del agua. Por tanto, el volumen de ellas es igual a la diferencia de los niveles marcados en el matraz.

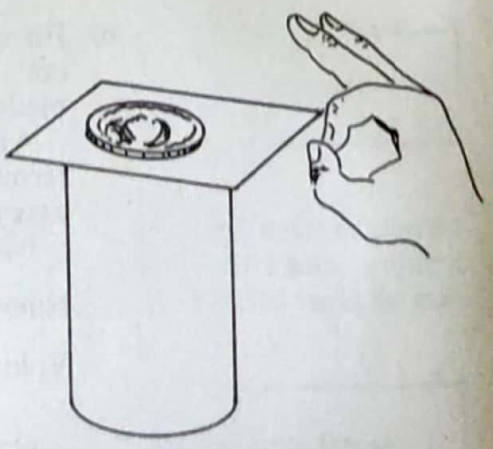
c) El agua contenida en el embudo impide la salida del aire y por tanto, el líquido no penetra.

Para llenar el matraz sería preciso hacer en el tapón una segunda perforación que permita la salida del aire, o bien habría que destapar el matraz.

Inercia

> Los cuerpos tienden a conservar su estado de reposo o de movimiento uniforme y rectilíneo.

Sabemos que para mover un cuerpo es necesario aplicarle una fuerza. Al empujar una pelota, ésta describe una trayectoria rectilínea y uniforme hasta que el rozamiento y la resistencia del aire la detienen.



a) Coloca un pedazo de cartulina sobre un vaso y encima pon una moneda. Dale un golpe rápido a la cartulina, en sentido horizontal.

Escaneado con CamScanner

¿Qué ocurre? La cartolina sale volando y la moneda permanece en su lugar un tiempo breve hasta que cae por acción de la gravedad (si el vaso está boca arriba)

Anota tus conclusiones:

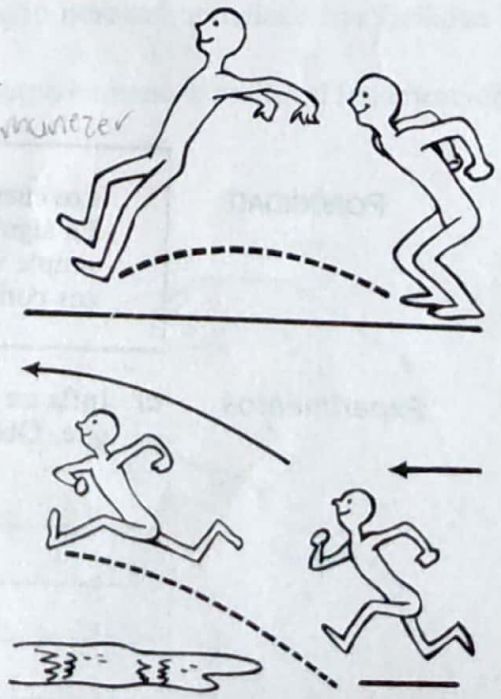
La moneda tiene inercia, es decir, tiende a mantenerse en su estado actual que en este caso es reposo.

b) Coloca en línea tres monedas. Con otra moneda golpea la última. ¿Qué pasa con la primera?

Golpea a las demas y queda estatica. La ultima sale despedida y las de en medio no.

Explica el fenómeno

La primera moneda transmite el movimiento a las demas, las cuales tienen la inercia de permanecer estaticas asi que solo transmiten la energia cinetica a la ultima moneda para que esta se mueva.



c) Salta, sin impulsarte, lo más que puedas y registra la longitud de tu máximo salto. Después, salta nuevamente, impulsándote a lo largo de una carrera en la que alcances tu máxima velocidad. Compara la longitud

Escaneado con CamScanner

de ambos saltos y anota tus conclusiones. Tomando impulso y corriendo puedo saltar una distancia mas larga.

Respuestas

a) El golpe rápido sobre la tarjeta la hace volar, pero la moneda no experimenta la influencia del golpe y permanece en su lugar, obedeciendo a su inercia.

b) La primera moneda sale disparada; las otras dos, por inercia, permanecen en su lugar después de transmitir el impulso.

c) Cuando corremos, el cuerpo tiende a conservar su velocidad y, en consecuencia, el salto resulta más largo. La inercia impide que logremos altas velocidades de inmediato; nuestra máxima velocidad la adquirimos sólo después de correr unos 60 metros.

Aplicaciones

a) Si una persona salta de un vehículo en marcha, debe inclinar su cuerpo hacia atrás para que el movimiento que lleva lo coloque en posición vertical y evite una caída.

b) La persona que viaja en un autobús debe estar preparada para evitar caídas cuando el vehículo frena, arranca o vira.

c) Un acróbata que va de pie en un caballo que corre, al saltar vuelve a caer sobre el caballo porque éste le ha comunicado su velocidad.

POROSIDAD

Los cuerpos tienen espacios vacíos (poros) dentro del espacio que ocupan. En algunos cuerpos, como la esponja, podemos apreciar esos espacios a simple vista, pero también existen en los cuerpos aparentemente macizos como el acero o el cristal.

Experimentos

a) Infla un globo, ciérralo perfectamente y déjalo en un lugar donde nadie lo toque. Obsérvalo después de algún tiempo y escribe tus conclusiones.

El globo eventualmente se desinfla pero el material afecta la velocidad. los de goma se desinflan mas rapido que los de aluminio. El aire sale a traves de los poros del material

Escaneado con CamScanner

b) Mete un clavo en una tabla de madera. Observa si sale aserrín.

¿Esta madera es penetrable? No

Anota tus conclusiones El clavo desplaza a la madera para poder entrar, por eso hay un abultamiento ligero en el lugar donde se puso el clavo.

c) Rueda una barra de gis sobre una mancha de tinta y observa. Escribe tus conclusiones.

La tinta llena los poros.

Respuestas

a) Con el tiempo el globo se desinfla, debido a que el aire escapa lentamente a través de los poros del globo.

b) No sale aserrín ni la madera es penetrable: lo que pasa es que el clavo ocupa el espacio que abre y comprime la madera que se aparta llenando los poros.

c) La tinta llena los poros del gis.

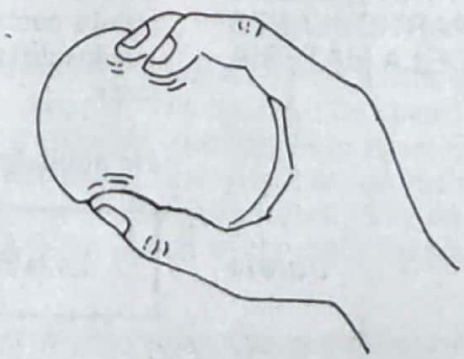
Aplicaciones

a) En el laboratorio se usan hojas llamadas "papel filtro" que permiten el paso de líquidos y de pequeñas partículas a través de los poros, pero retienen las partículas de mayor tamaño.

b) El borrador del pizarrón tiene un paño poroso que retiene con facilidad las partículas de gis.

c) A través de los poros de la piel del cuerpo humano se realiza el fenómeno de la transpiración.

Cuando a un cuerpo se le aplica una fuerza, se deforma, se comprime, se expande, se estira. En fin, sufre modificaciones la extensión del espacio que ocupa; pero cuando deja de actuar la fuerza deformante, el cuerpo tiende a recuperar su forma y volumen originales, mientras la fuerza no haya excedido un valor llamado "límite de elasticidad".



Escaneado con CamScanner

Elasticidad

> La *elasticidad* es la propiedad que tienen los cuerpos de recuperar su forma en cuanto cesa la fuerza que provoca la deformación.

No todos los cuerpos tienen el mismo grado de elasticidad. Algunos se deforman con mayor facilidad.

Experimentos

a) Oprime una pelota o llanta infladas y observa lo que sucede cuando dejas de oprimir. Anota tus conclusiones.

la pelota y la llanta vuelve a su forma original.

b) Estira un resorte y suéltalo. ¿Qué ocurre? Se deforma y al soltarse vuelve a su posicion original

Divisibilidad

> Un cuerpo puede ser cortado, partido, quebrado en fragmentos más pequeños. Esta propiedad se llama *divisibilidad*. Este proceso debe seguirse hasta obtenerse finísimas partículas imperceptibles a simple vista.

¿Podrías distinguir los corpúsculos individuales de que está formado el talco o el polvo de gis? Si disuelves sal en agua, los granos serán tan pequeños que no podrás verlos ni con un microscopio. Esas partículas se llaman *moléculas*. Es el máximo grado de divisibilidad a que puede someterse una sustancia.

Las características que hemos explicado son las "propiedades generales de la materia". Haz una lista de ellas:

Masa, peso, extension, cuerpo, impenetrabilidad, inercia, elasticidad y limite de elasticidad

2.1.4

PROPIEDADES PARTICULARES DE LA MATERIA

Cuando los cuerpos se encuentran en estado *sólido* —siempre puede llegarse a este estado con temperatura y presión adecuadas— presentan algunas características que los diferencian unos de otros y que reciben el nombre de *propiedades particulares*.

He aquí algunas de ellas:

Dureza

> Es la resistencia que oponen los cuerpos a dejarse rayar por otros.

Existen cuerpos muy blandos que se pueden rayar con la uña; por ejemplo, el jabón, el gis y el yeso. Otros se rayan con navaja, como la mica y la madera; pero

Escaneado con CamScanner

hay algunos no se pueden rayar con este instrumento, como son el vidrio, el cuarzo y el topacio. La sustancia natural más dura que se conoce es el diamante, al que ningún otro cuerpo natural puede rayar.

Experimento

Reúne diversos objetos filosos o agudos de diferentes sustancias: madera, vidrio, metales diversos, yeso, gis, etcétera. Ráyalos por pares para ordenarlos según su dureza; en cada par será más duro el que raye al otro. Observa que la dureza es una relación de orden: Ninguna sustancia puede rayar a otra igual.

Si A raya a B, B no puede rayar a A.

Si A raya a B y B a C, entonces A raya a C.

Tenacidad

Es la resistencia a la ruptura.

El acero, por ejemplo, es uno de los cuerpos más tenaces: un cable delgado de acero soporta sin romperse una carga de 300 kg. En cambio, un cable de plomo del mismo diámetro se romperá con unos 13 kg. No debe confundirse la dureza con la tenacidad. Por ejemplo, el vidrio es más duro que el acero, dado que con una astilla de vidrio podemos rayar una navaja, en tanto que con la navaja no podemos rayar el vidrio. En cambio, el acero es más tenaz, puesto que es más fácil romper una placa de vidrio que una lámina de acero.

Ductibilidad

Es la propiedad de las sustancias que permite convertirlas en hilos o filamentos más o menos finos.

El cobre y el platino son muy dúctiles, pero la sustancia dúctil por excelencia es el oro: con un gramo de esta sustancia se puede hacer un hilo de unos 2.85 km de longitud, tan fino que es imperceptible a simple vista. El vidrio (en fibra), los plásticos y los textiles son también sumamente dúctiles. En cambio, la plastilina y el yeso no son muy dúctiles: se rompen antes de adelgazarse lo suficiente para formar hilos finos.

Maleabilidad

Es la propiedad de las sustancias que permiten convertirlas en láminas delgadas.

Generalmente las sustancias maleables son dúctiles, aunque no en el mismo grado. Por ejemplo, el estaño es muy maleable, como se ve en las hojas de "papel estaño" usadas para envolver chocolates y cajetillas de cigarros. Pero no es muy dúctil, pues no se pueden hacer alambres de este metal. El oro tiene la máxima maleabilidad: con un cm^3 de oro se puede hacer una lámina que recubra 13 m^2 de superficie, tan delgada que a través de ella pasa la luz. También el papel y los plásticos son ejemplos de sustancias maleables.

Actividades

Así como lo hiciste para la dureza, ordena las diversas sustancias que coleccionaste, de mayor a menor según el grado en que se manifiestan en ellas las propiedades particulares.

Escaneado con CamScanner

DUREZA	TENACIDAD	DUCTIBILIDAD	MALEABILIDAD
Vidrio	Esfera de acero	Oro	Oro
Acero	Clavo de hierro	Plata	Plata
Cuerda de bajo	Alambre de cobre	Cobre	Cobre
Clavo de plomo	Hilo de nylon	Estaño	Estaño
Pastilla	Hilo de algodón	Plomo	Plomo
Hielo	Cabello humano	Plástico PLA	Plástico PLA

2.1.5

PROPIEDADES ESPECÍFICAS DE LA MATERIA

¿Cómo distingues en la cocina cuál frasco contiene azúcar, sal, café, leche, refresco, aceite? Algunas sustancias se reconocen por su olor, por su sabor, su color, su estado físico u otras propiedades. Por ejemplo, el café se reconoce por su olor; la miel, por su sabor dulce y su estado físico de líquido viscoso; la leche, por su sabor.

Las propiedades que solas o en conjunto nos permiten reconocer una sustancia reciben el nombre de *propiedades específicas*. Algunas de ellas son:

- Estado físico (sólido, líquido o gaseoso)
- Color
- Brillo
- Olor
- Sabor
- Sensación al tacto
- Densidad (masa específica o peso específico)
- Calor específico
- Refringencia
- Conductibilidad
- Temperaturas de fusión y de ebullición, etcétera

Muchas de ellas ya son conocidas para tí; otras serán vistas en estudios posteriores. Por ahora nos limitaremos a estudiar las propiedades relacionadas con el peso de los cuerpos.

Densidad

Es la cantidad de materia (masa) contenida en la unidad de volumen.

Por ejemplo, un dm^3 de oro tiene una masa de 19 kg. Entonces, la densidad del oro es de 19 kg por dm^3. O sea que, en igualdad de volúmenes, el oro pesa 19 veces más que el agua.

En lugar de referirnos a la masa o cantidad de materia, podemos hablar de pesos específicos.

Escaneado con CamScanner

Peso específico

> Es el peso de una unidad de volumen de la sustancia.

Por ejemplo, el peso específico de la gasolina es 0.8 kg/dm³, ya que un litro (dm³) de gasolina pesa 0.8 kg.

De acuerdo con la definición, podemos calcular fácilmente el peso específico de las sustancias.

Problemas

1. ¿Cuál es el peso específico de la arena?

Solución

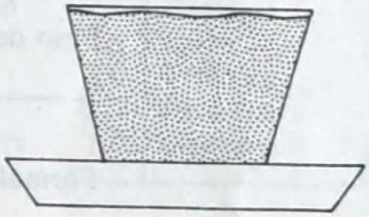
Llena un frasco de un litro con arena. Pesa el litro de arena, teniendo cuidado de descontar el peso del recipiente. Anota la solución: el peso específico de la arena es _____ kg/dm³.

2. ¿Cuál es el peso específico de una piedra?

Solución

Midamos el volumen de la piedra. Para ello, llena de agua un recipiente de tamaño apropiado (una cubeta, por ejemplo) y colócalo sobre una tina.

Mete la piedra en el recipiente. Por la impenetrabilidad, la piedra desalojará el espacio ocupado por el líquido. Recoge en la tina el líquido desalojado. Mide el volumen de líquido que cayó en la tina. Ese mismo será el volumen de la piedra.

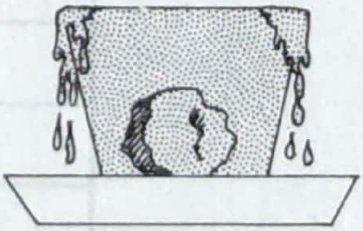


Líquido desalojado: _____ dm³ (litros)

= volumen de la piedra _____ dm³.

En seguida, pesa la piedra en una báscula o balanza.

Peso de la piedra: _____ kg.



Finalmente, calcula el peso que tendría 1 dm³ de piedra; para ello bastará dividir el peso de la piedra entre el número de dm³ que tiene su volumen. Esto es:

Fórmula del peso específico

$$Pe = \frac{p}{v} \quad \text{(peso específico = peso ÷ volumen)}$$

Escaneado con CamScanner

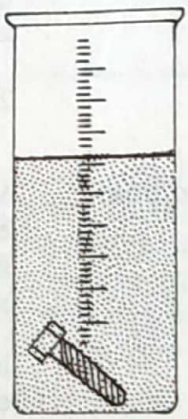
Esa será la solución. Anota el resultado.

Pe = _____ kg/dm³

3. ¿Cuál es el peso específico del acero de un tornillo?

Solución

Si tienes una probeta, no tendrás que usar la cubeta y la tina del problema anterior, procediendo como se indicó en el experimento *b* de los experimentos sobre impenetrabilidad. Anota tus resultados:



Nivel original del líquido: _____ cm³

Nivel alcanzado al introducir el tornillo:

_____ cm³

Diferencia (volumen del tornillo):

_____ cm³

Peso del tornillo (pésalo en la balanza):

_____ g

Fórmula del peso específico: pe = ____

Peso específico del acero: _____ cm³/g

Tabla de densidad

4. Haz una tabla de pesos específicos de algunos líquidos que puedas conseguir (agua potable, agua destilada, alcohol, gasolina, aceite, miel, leche) pesando un litro de cada sustancia.

SUSTANCIA	PESO ESPECÍFICO

Escaneado con CamScanner

Discute con tus compañeros la posibilidad de identificar una sustancia mediante su peso específico. Anota tus conclusiones.

Debido a que el peso específico es diferente para cada sustancia, podría ser usado como método de identificación mientras no sea una mezcla de varias sustancias.

Agrega a las tablas las siguientes densidades obtenidas por los investigadores.

TABLA DE LA DENSIDAD DE ALGUNAS SUSTANCIAS

OSMIO	22.5	Plata	10.5	Aluminio	2.6	Corcho	0.24
Platino	21.2	Cobre	8.9	Azufre	2.1	Hielo	0.93
Oro	19.3	Fierro	7.8	Cristal	3.0	Petróleo	0.8
Mercurio	13.6	Estaño	7.3	Mármol	2.7	Parafina	0.96
Plomo	11.3	Zinc	7.4	Agua pura	1.0	Gasolina	0.71

Conociendo los valores correspondientes a esta fórmula: $Pe = \frac{P}{V}$ encuentra el tercero.
Veamos algunos ejemplos:

a) Un objeto de porcelana tiene un volumen de 12 cm³ y pesa 27.6 g

¿Cuál es el peso específico de este material?

DATOS

$P = 27.6\ g$
$V = 12\ cm^3$
$Pe = X$

FÓRMULA

$$Pe = \frac{P}{V}$$

SUSTITUCIÓN

$$Pe = \frac{27.6\ g}{12\ cm^3}$$

RESULTADO

$Pe = 2.3\ g/cm^3$

Escaneado con CamScanner

b) Una roca de granito tiene un volumen de 3 m³, y su peso específico es de 2.6 Tm/m³. ¿Cuál es su peso?

DATOS

Pe = 2.6 Tm/m³
V = 3 m³

FÓRMULA

$P = V \times Pe$

SUSTITUCIÓN

$P = 3\ m^3 \times 2.6\ Tm/m^3$

RESULTADO

P = 7.8 Tm

c) Qué volumen ocupan 400 g de petróleo si su peso específico es de 0.8 g/cm³?

DATOS

P = 400 g
V = X

FÓRMULA

$V = \frac{P}{Pe}$

SUSTITUCIÓN

$V = \frac{400}{0.8}$

Pe = 0.8 g/cm³

RESULTADO

V = 500 cm³

Ejercicios

A) Si en el platillo de una balanza se coloca 1 cm³ de mercurio, ¿cuántos cm³ de agua deben colocarse en el otro platillo para establecer el equilibrio?

R = 13.6 g

B) Qué peso tiene un bloque de hielo que tiene las siguientes dimensiones: largo = 80 cm, ancho = 40 cm y grueso = 15 cm³;

R = 43,200 g = 43.2 kg

C) ¿Cuánto pesa un volumen de agua líquida a 4°C que corresponde a las dimensiones dadas para el hielo?

R = 48000 g = 48 kg

Escaneado con CamScanner

D) Si un litro de aire pesa 1.293 g, ¿cuánto pesa el aire de una recámara que tiene las siguientes dimensiones: largo = 35 dm; ancho = 25 dm y alto = 20 dm?

R = 22,627.5 g = 22.62 kg

Respuestas A) Como el mercurio es 13.6 veces más denso que el agua, deben colocarse 13.6 cm^3 de este líquido. B) 44.64 kg. C) 48 kg. D) 22.7265 kg.

2.1.6

SUSTANCIAS ORGÁNICAS E INORGÁNICAS

En la naturaleza encontramos dos clases de sustancias. Una clase está constituida por carbono, hidrógeno y otros elementos que son producidos por organismos vivientes o por síntesis; estas sustancias reciben el nombre de *sustancias orgánicas:* azúcar, almidón, manteca, aceite, alcohol, clorofila, sangre, hormonas, vitaminas. La otra clase está formada por sustancias constituidas por metales y no metales cuya elaboración no requiere de organismos; a éstas se les conoce como *sustancias inorgánicas:* agua, aire, sal, fierro, cobre, arena, rocas, etcétera.

Durante algún tiempo los científicos creyeron que había una diferencia esencial entre ambos tipos de materia y que sería imposible obtener en el laboratorio una sustancia orgánica a partir de sustancias inorgánicas. Hoy se sabe que no existe tal diferencia.

Investiga con tus compañeros si los cuerpos orgánicos tienen alguna propiedad de la materia que los diferencie de los inorgánicos.

Quema azúcar en un tubo de ensayo. Observa lo que quedó. En otro tubo coloca en la flama alambre de cobre. Observa lo que quedó. Qué diferencia existe entre los residuos. Experimenta con otras sustancias orgánicas e inorgánicas.

2.2.1

¿QUÉ ES LA ENERGÍA?

En la actualidad, materia y energía se consideran como dos manifestaciones diferentes de una misma cosa, tan íntimamente ligadas entre sí que bien puede decirse que la energía es una propiedad de la materia o que esta es una forma de aquélla. De la primera ya tenemos una idea bastante clara; de la *energía* diremos que:

Energía

> Es todo aquello capaz de producir trabajo.

TRABAJO

Toda persona, animal o motor que transporte un cuerpo realiza un trabajo. El simple hecho de caminar, correr o moverse representa un trabajo, puesto que está actuando una fuerza a lo largo de una distancia. En todo fenómeno, en todo cambio se realiza un trabajo; en consecuencia, en él se manifiesta alguna forma de energía.

El trabajo consta de dos factores:

- Una fuerza que actúa.
- Una distancia a la que se transporta la fuerza. Así, cuando levantas una piedra, gastas energía. La energía gastada —y el cansancio producido— dependerá de dos factores:
- La distancia a lo largo de la cual transportas la piedra.
- El peso de la piedra, que te obliga a usar tu fuerza para vencerlo. En la naturaleza podemos encontrar diversas fuentes de energía; otras se han obtenido mediante la intervención del hombre, a partir de sus conocimientos científicos. Algunas fuentes de energía son:

FUENTES DE ENERGÍA

Los ríos, las mareas, el viento, la electricidad, el carbón, el petróleo, la dinamita, los músculos, la bomba atómica.

Escaneado con CamScanner

2.2.2 FORMAS DE ENERGÍA

ENERGÍA CINÉTICA

En algunas de ellas (las tres primeras), la energía se manifiesta como *movimiento* se dice que tienen energía *cinética.*

ENERGÍA POTENCIAL

En otras, la energía está latente como una posibilidad (por ejemplo, la de una presa). A ese tipo de energía se le llama *potencial.*

También existen otros tipos de energía. Por ejemplo:

OTRAS FORMAS DE ENERGÍA

Energía calorífica. Es la almacenada mediante el calor y que se manifiesta en el movimiento de las moléculas.

Energía eléctrica. Se debe al movimiento de los electrones.

Energía acústica. Se debe al movimiento vibratorio de la materia y se manifiesta como sonido.

Energía luminosa. Es la energía radiante conocida como *luz*; forma parte de una familia más amplia denominada energía electromagnética.

Energía química. Es la que se manifiesta durante los fenómenos de transformación de unas sustancias en otras.

Energía atómica. Es la resultante de las transformaciones de los núcleos atómicos.

Veamos por ahora algunos ejemplos en los cuales los diversos tipos de energía se manifiestan en la producción de trabajo como el que se requiere para poder mover una piedra:

- Energía térmica. Una caldera aprovecha el calor para producir movimientos por medio de dispositivos mecánicos.
- Energía eléctrica. Cuando la piedra se eleva con una grúa o elevador que se accionan mediante la corriente eléctrica.
- Energía acústica y energía luminosa. Por lo general, son demasiado débiles para levantar la piedra. Se requerirán enormes cantidades de ella para lograrlo.
- Energía química. La dinamita y los combustibles que se usan en el automóvil y en el ferrocarril producirán energía más que suficiente para levantar la piedra.
- Energía atómica. Es la más poderosa fuente de energía de que dispone el hombre. Una explosión atómica mandaría al espacio enormes cantidades de piedras.

Unas formas de energía se pueden convertir en otras. Así, una central termoeléctrica consume grandes cantidades de calor, que a su vez procede de la combustión de las sustancias en cuyas moléculas hay una reserva de energía química. El resultado del trabajo de la central es la producción de la energía eléctrica que será consumida en las ciudades.

Infinidad de máquinas y aparatos funcionan gracias a la posibilidad de convertir unas formas de energía en otras. En este cuadro presentamos uno de los muchos aparatos que realizan ese proceso.

Escaneado con CamScanner

	Cinética	Potencial	Térmica	Eléctrica	Acústica	Luminosa	Química	Atómica
Cinética		Elevador	Encendedor por frotamiento	Dinamo	Tambor	Pedernal		Ciclotrón
Potencial	Arco y flecha			Central hidro-eléctrica	Guitarra		Pila eléctrica	
Térmica	Locomotora	Olla express		Central termo-eléctrica	Alarma termo-acústica	Luz de Aver	Película infrarroja	Reactor termo-nuclear
Eléctrica	Motor eléctrico	Compresora eléctrica	Plancha eléctrica		Guitarra eléctrica	Bombilla eléctrica	Cuba electrolítica	
Acústica	Rayo acústico	Disco fonográfico	Horno ultrasónico	Micrófono		Banda sonora óptica	Videocinta	
Luminosa	Exposí-metro			Célula foto eléctrica	Alarma fotosensible		Fotografía	
Química	Automóvil	Acumulador	Estufa de gas	Pila eléctrica	Cohetes	Cerillo		
Atómica	Bomba atómica	Reactor atómico	Combus-tible atómico	Central atómica	Contador Geiger	Rayos X	Bomba de cobalto	

La celda fotoeléctrica, transforma a las variaciones de la intensidad de la luz en cambios de una corriente eléctrica.

Mediante relevadores, ésta proporciona energía suficiente para abrir puertas, hacer sonar alarmas, accionar elevadores o encender motores.

Poco a poco irás conociendo los pormenores del funcionamiento de esos inventos del hombre. ¿Podrías explicar algunas de esas transformaciones de la energía?

Dinamo: Contiene un rotor compuesto de laminas de hierro con embobinado de cable esmaltado y un estator que contiene dos imanes al girar el rotor se crea un campo electrico.

Haz una lista de los principales energéticos (fuentes de energía) de que dispone el hombre

Escaneado con CamScanner

EL SOL, FUENTE DE ENERGÍA

Todos los energéticos de que dispone el hombre han almacenado energía que, de una u otra manera, procede del astro que nos alumbra durante el día: el Sol.

El carbón, la gasolina, el gas natural y todos los demás combustibles almacenaron la energía solar radiada hacia nuestro planeta durante millones de años. Los ríos, lagos, mares y vientos, representan enormes reservas de energía potencial, cinética y eléctrica. Obtienen esa energía gracias al calor del Sol, que al evaporar las aguas las dota de ella y permite que se manifieste mediante corrientes fluviales, lluvias, ciclones y tormentas.

Las transformaciones energéticas que constituyen el fenómeno que llamamos "vida" también tienen su origen en el Sol.

MEDICIONES

2.3.1 MEDIDAS Y MAGNITUDES

Frecuentemente tienes que medir las cosas que hay a tu alrededor: las longitudes de tu cuerpo —cuando van a comprarte zapatos, camisas, pantalones—; las de un terreno, para construir una casa; tu peso y estatura, para asegurar un sano crecimiento; el tiempo, para saber si es hora de ir a la escuela, si es día de sembrar o cuánto falta para la Navidad.

Cuando no tenemos instrumentos adecuados para medir, hacemos uso de lo primero que encontramos: las partes de nuestro cuerpo: jemes, cuartas, pies, pasos, brazadas, etcétera, o algún cordel, listón, lápiz o cualquier objeto largo. Esas medidas provisionales suelen ser inseguras y poco precisas a pesar de todo, las usamos.

Medir

> *Medir* es comparar una magnitud con una *unidad* arbitrariamente adoptada con este fin:

Magnitudes fundamentales

Las magnitudes fundamentales son tres:

- Longitud
- Masa
- Tiempo

Magnitudes derivadas

Todas las demás magnitudes pueden ser referidas a combinaciones de una, dos o las tres fundamentales; por ejemplo:

—Velocidad y aceleración: son combinaciones de longitud y tiempo.

—Área y volumen: combinación de longitudes.

—Densidad: combinación de volumen y masa.

—Peso (fuerza): combinación de masa, longitud y tiempo; o bien, de masa y aceleración.

—Trabajo: combinación de fuerza y longitud.

Escaneado con CamScanner

Para medir estas magnitudes fundamentales y derivadas, teóricamente bastan tres instrumentos:

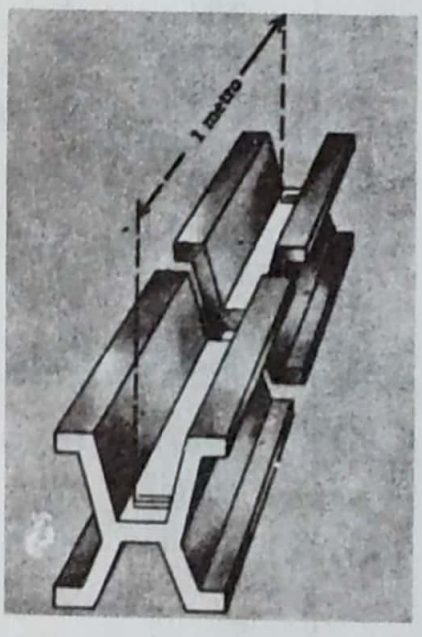
—El metro, para medir longitudes.
—La balanza, para medir masas.
—El reloj, para medir tiempo.

Sin embargo, en la práctica se utilizan diversos instrumentos para medir las magnitudes de una manera más rápida y directa. Así tenemos: velocímetros, densímetros, dinamómetros, voltímetros e infinidad de otros aparatos de medida.

2.3.1 Para que sea fácil la comunicación e interpretación de datos, se ha convenido en utilizar como unidades fundamentales el metro, el kilogramo y el segundo.

Sistema Internacional de Unidades (SI)

El metro, unidad de longitud, es la distancia que existe entre dos marcas de una barra de platino iridiado, llamado *"metro patrón"*, que se encuentra en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas de París. Del metro patrón se han sacado infinidad de copias para ser utilizadas en el comercio, la tecnología y las investigaciones científicas. Seguramente tú conoces copias del metro patrón. Una copia se encuentra en las Oficinas de Normas de la SECOFIN en México.



Actualmente, el metro se define en función de la longitud de onda de la luz emitida por el elemento químico Kriptón 86. Para nosotros, la primera definición es suficientemente aproximada.

El *kilogramo* es la unidad de masa, así como de peso. Se define como la cantidad de masa existente en una barra de platino iridiado, llamado *kilogramo patrón,* que se encuentra en la misma oficina.

El *segundo* es la unidad de tiempo. Se define aproximadamente 1/86,400 partes del día. Actualmente, el segundo se define por las vibraciones atómicas del elemento químico Cesio. Para nosotros, la primera definición es suficiente.

El día solar medio se divide en 24 horas, la hora en 60 minutos y el minuto en 60 segundos. Un día solar medio tiene 86 400 segundos

MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS DE ESTAS UNIDADES

Para los MÚLTIPLOS o valores mayores que la UNIDAD, el SI ha establecido OCHO (8) PREFIJOS y para los SUBMÚLTIPLOS o valores menores que la UNIDAD otros ocho, como se ve en la tabla siguiente:

Escaneado con CamScanner

NOMBRE	SÍMBOLO	VALOR	POT. DE 10	FACTOR
exa	E	1 000 000 000 000 000 000	10^{18}	TRILLÓN
peta	P	1 000 000 000 000 000	10^{15}	MIL BILLONES
tera	T	1 000 000 000 000	10^{12}	BILLÓN
giga	G	1 000 000 000	10^{9}	MIL MILLONES
mega	M	1 000 000	10^{6}	MILLÓN
kilo	k	1 000	10^{3}	MIL
hecto	h	100	10^{2}	CIEN
deca	da	10	10	DIEZ
UNIDAD		1	1	UNO
deci	d	0.1	10^{-1}	DÉCIMO
centi	c	0.01	10^{-2}	CENTÉSIMO
mili	m	0.001	10^{-3}	MILÉSIMO
micro	u	0.000 001	10^{-6}	MILLONÉSIMO
nano	n	0.000 000 001	10^{-9}	MIL MILLONÉSIMO
pico	p	0.000 000 000 001	10^{-12}	BILLONÉSIMO
femto	f	0.000 000 000 000 001	10^{-15}	MIL BILLONÉSIMO
atto	a	0.000 000 000 000 000 001	10^{-18}	TRILLONÉSIMO

Observaciones sobre la tabla:

a) Los primeros símbolos: E, P, T, G y M se escriben con mayúsculas de imprenta;

b) sólo micro se simboliza con la letra griega μ llamada mu;

c) los demás símbolos desde k (kilo) hasta atto "a" se escriben con minúsculas.

La IMPORTANCIA de estos prefijos es que pueden utilizarse con todas las unidades y de aquí la necesidad de saber muy bien sus valores para poder interpretar cualquier múltiplo o submúltiplo de alguna unidad de medida.

Estamos muy familiarizados con los km, kg, cm, mg que significa kilómetros, kilogramos, centímetro y miligramos cuyos valores son 1 000 m, 1 000 g, 0.01 m y 0.001 g, respectivamente. Para suprimir ceros principalmente en números muy grandes, es conveniente usar las potencias de base 10, es decir, este número con su

Escaneado con CamScanner

respectivo exponente que puede ser positivo o negativo: si es positivo se trata de un MÚLTIPLO y si es negativo es un SUBMÚLTIPLO. Por ejemplo, $10 \times 10 = 100 = 10^2$ $10 \times 10 \times 10 = 10^3$; un décimo = 0.1 o 10^{-1}; un centésimo = 0.1 = 10^{-2} y un milésimo = 0.001 = 10^{-3}.

EJERCICIOS: después del SÍMBOLO escribe su valor numérico y su potencia; después de un valor numérico dado, escribe su símbolo. El primero es un ejemplo:

Tg: 1 000 000 000 000 = 10^{12} un billón de gramos.

Gg: 1 000 000 000 g = 10^9 mil millones de gramos.

Mg: 1 000 000 g = 10^6 un millón de gramos.

Gm: 1 000 000 000 m = 10^9 mil millones de metros.

Mm: 1 000 000 m = 10^6 un millón de metros.

cg: 0.01 g = 10^{-2} Un centésimo de gramo.

nm: 0.000 000 001 m = 10^{-9} mil millonésimo de metro

10^{18} m = Em = un trillón de metros. 10^{-6} g = __ = __

10^{15} g = Pg = mil billones. 10^{3} s = __ = __

10^{12} s = Ts = un billón. 10^{-19} m = __ = __

Unidades complementarias

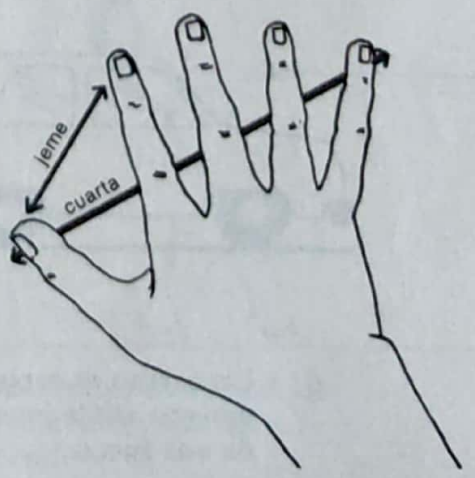
Además de las unidades fundamentales y derivadas se usan en Física muchas otras, que a pesar de no ser estrictamente necesarias se utilizan por ser más cómodas o simplemente por tradición.

Así, en la medida de la presión se usa el pascal (Pa) como unidad del SI: pero se usan también:

- La atmósfera
- El milímetro de mercurio
- El kg/cm²
- La libra sobre pulgada cuadrada

Y muchas otras más. Todas podrían convertirse en una cantidad equivalente de pascales.

1. Extiende la mano y traza las marcas indicadas en la figura. A las distancias así definidas las llamarás "cuarta y "jeme".
2. Compara tus cuartas y jemes con las de tus compañeros.
3. Midan el largo del salón y los pupitres; la estatura de algunas personas y comparen los resultados obtenidos.
4. Midan la longitud del campo deportivo, las canchas, las cuadras, con *pasos* o *pies* (el largo de sus correspondientes pasos o pies) y anoten los resultados.



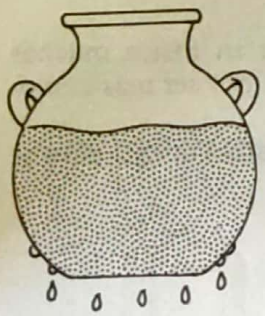
Escaneado con CamScanner

5. Discutan la validez de las unidades y procedimientos empleados a la vista de los diferentes resultados.
6. Midan después las mismas longitudes empleando escalas graduadas en metros.
7. Investiguen si ha mejorado la precisión en las medidas con el uso de esas escalas.
8. Comenten la imposibilidad de obtener medidas absolutamente exactas, observando las diferencias de las escalas usadas y el cuidado puesto en las medidas.
9. Realicen actividades similares para evaluar la masa o el peso, ya sea empíricamente o mediante instrumentos adecuados, y el tiempo.
10. Observen y manejen los instrumentos de precisión que encuentren en laboratorios, fábricas, etc.

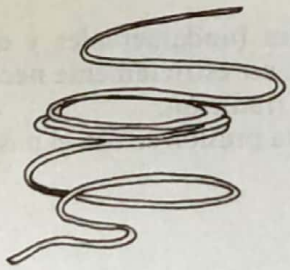
CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN

I. Escribe en cada paréntesis la letra de la propiedad general de la materia, que se aplica en las siguientes situaciones:

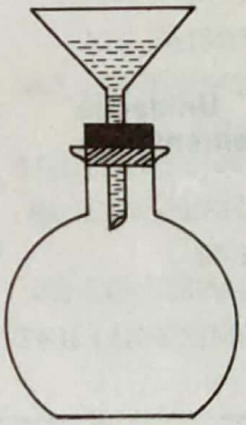
A. Extensión
B. Inercia
C. Divisibilidad
D. Porosidad
E. Impenetrabilidad
F. Elasticidad



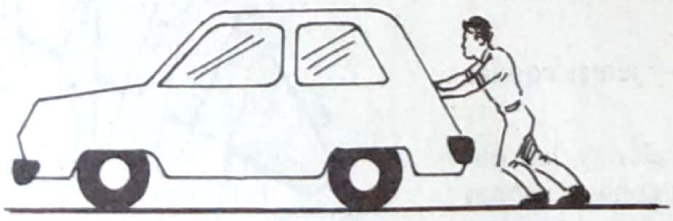
(D) El agua pasa a través de las paredes de un recipiente de barro.



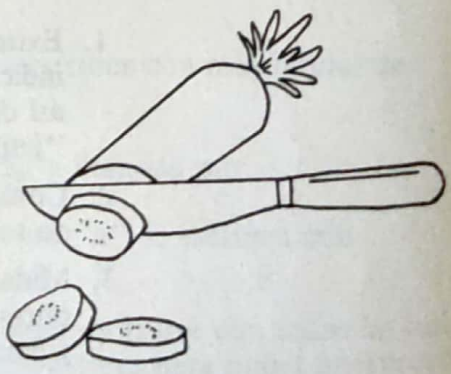
(F) Con un kg de plata se puede hacer un hilo de varios km de longitud.



(E) El agua no puede ocupar el lugar ocupado por el aire.

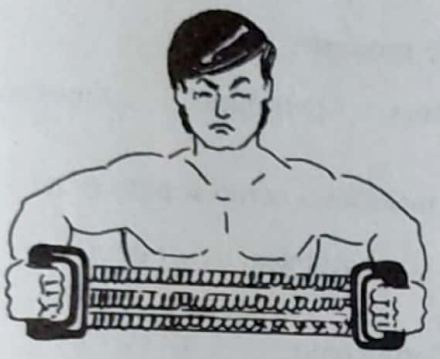


(B) Un cuerpo en reposo no puede moverse sin la intervención de una fuerza.

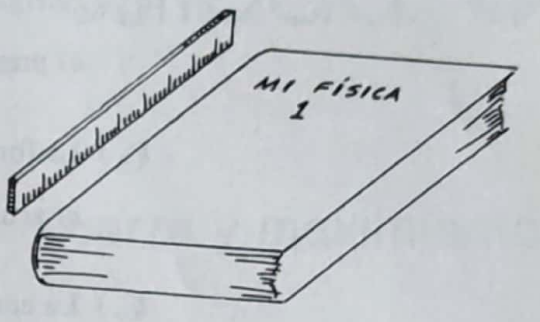


(C) Los cuerpos pueden dividirse en secciones cada vez más pequeñas.

Escaneado con CamScanner



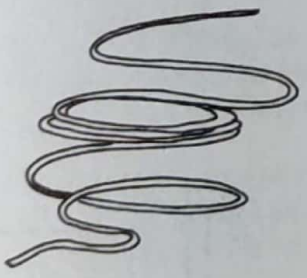
(F) Un cuerpo recobra su forma y volumen primitivos cuando cesa la fuerza que los deforma.



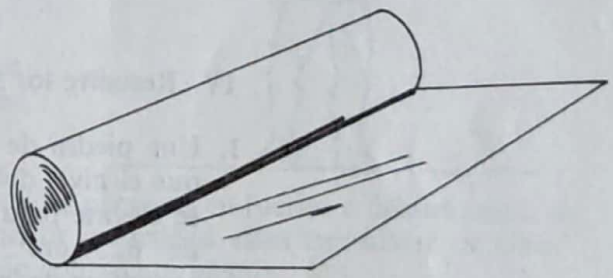
(A) Un cuerpo tiene dimensiones, pues ocupa un lugar en el espacio.

II. Procede de la misma manera en relación con las propiedades específicas:

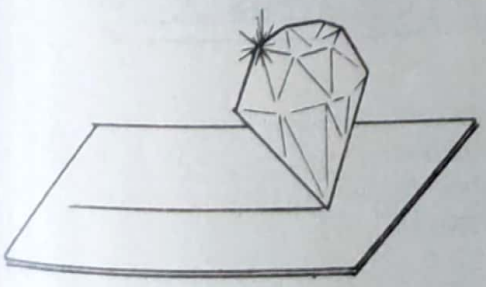
A. Tenacidad *B.* Dureza *C.* Maleabilidad *D.* Ductibilidad



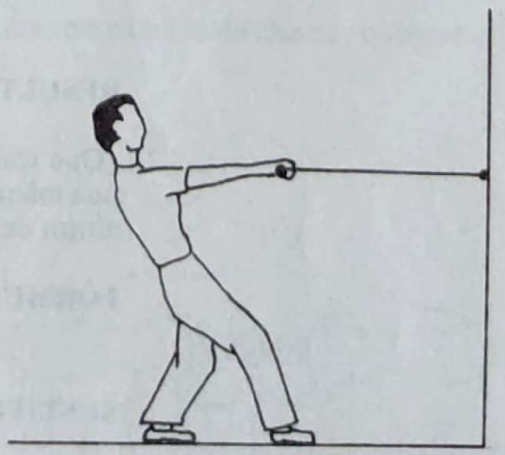
(D) Con un kg de plata se puede hacer un hilo de varios km de longitud.



(C) La mayor parte de los metales puede reducirse a láminas muy delgadas.



(B) El diamante se usa, entre otras cosas, para rayar el vidrio.



(A) Algunas aleaciones de hierro resisten grandes fuerzas sin romperse.

Escaneado con CamScanner

III. Escribe en cada paréntesis la letra del complemento correcto:

(c) Energía es todo lo que puede producir:

a) presión *b)* deformaciones *c)* trabajo *d)* movimiento

(a) La forma de energía que se manifiesta como sonido es la:

a) acústica *b)* potencial *c)* atómica *d)* eléctrica

(c) La energía cinética se manifiesta como:

a) luz *b)* calor *c)* movimiento *d)* explosiones

(b) El trabajo realizado mediante la aplicación de la energía consta de dos factores, que son:

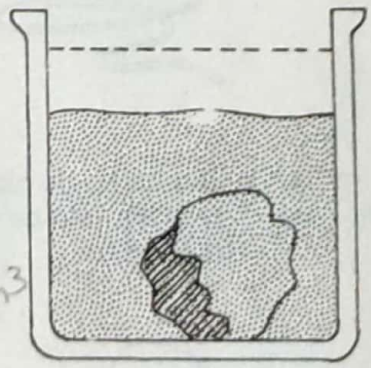
a) fuerza y velocidad *b)* fuerza y distancia *c)* velocidad y distancia

(d) Es una de las magnitudes fundamentales de la Física:

a) volumen *b)* área *c)* velocidad *d)* tiempo

IV. Resuelve los siguientes problemas

1. Una piedra de 1 450 g de peso hizo que el nivel del agua de una probeta se elevase para registrar un aumento de 625 cm^3. ¿Cuál es el peso específico de la piedra?



FÓRMULA: $Pe = \frac{P}{V}$

SUSTITUCIÓN: $\frac{1450g}{625cm^3} = ? \ g/cm^3$

RESULTADO: $2.32 \ g/cm^3$

2. ¿Qué trabajo se requiere para elevar una máquina de 750 kg de peso a una altura de 30 m?

FÓRMULA: $W = F \times d$

SUSTITUCIÓN: $750_{kg} \times 30 \ m$

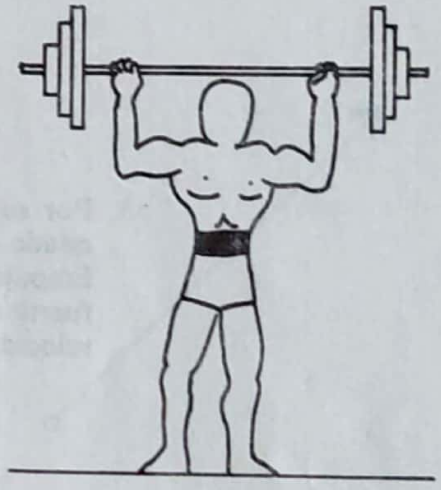
RESULTADO: $22,500 \ kg/m$

Escaneado con CamScanner

unidad 3

Fuerza y movimiento

3.1.1 ¿Qué cosas puede hacer una persona fuerte?



- Puede levantar cuerpos pesados; es decir, puede *moverlos*, sostenerlos, cambiar la dirección en que se mueven.
- Puede doblar una barra de hierro; es decir, causar *deformaciones*.
- Puede apretar mucho y llegar a ocasionar dolor cuando saluda. Esto es, puede producir una *presión*.

Así como en la vida diaria clasificamos a las personas en fuertes o débiles según su capacidad para producir con mayor o menor intensidad estas tres clases de efectos, la Física define la fuerza en relación con dichos efectos:

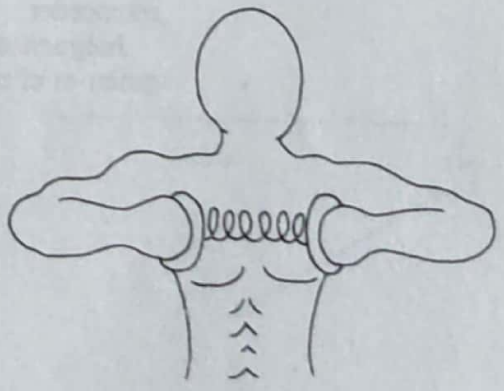
FUERZA

> *Fuerza* es cualquier causa capaz de producir presiones, deformaciones o cambios en el estado de movimiento o reposo de un cuerpo.

Experimentos

Comprueba tu fuerza y compárala con la de tus compañeros de clases: ¿quién es el más fuerte?:

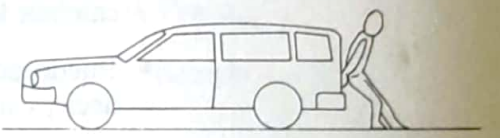
1. Por su capacidad para producir deformaciones:
   Deformen un resorte. Será más fuerte el que logre estirar más el resorte.



Escaneado con CamScanner

2. Por su capacidad para producir presiones:
Opriman un balón. Será más fuerte quien produzca una deformación más profunda.

3. Por su capacidad para modificar el estado de movimiento:
Empujen un automóvil. Será más fuerte el que logre imprimirle mayor velocidad.



¿Cómo se miden las fuerzas?

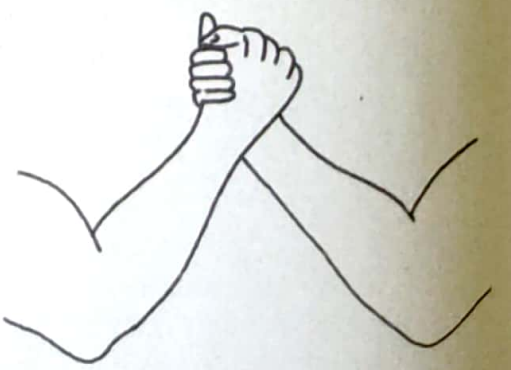
Respuestas

En las actividades señaladas, habrás observado que los resultados concuerdan: el más fuerte puede producir mayor presión, mayor deformación y puede modificar en mayor grado el estado de movimiento de los cuerpos.

Para comparar fuerzas, se prefiere enfrentarlas unas con otras:

Si se aplican dos fuerzas de sentido contrario en un mismo punto, será mayor la que venza a la otra, obligándola a retroceder.

Jueguen a las "vencidas" para saber quién es el más fuerte.



Escaneado con CamScanner

3.1.2 En la descripción anterior usamos algunas frases para definir la forma en que actuarán las fuerzas. En todo estudio relativo a éstas, deben describirse cuatro elementos para determinar su efecto:

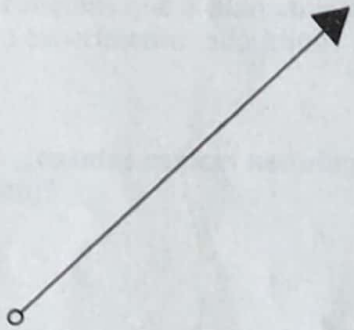
ELEMENTOS DE UNA FUERZA

1. *Dirección:* es la línea sobre la que se desplaza la fuerza.
2. *Sentido:* esa línea tiene dos sentidos, uno positivo y el otro negativo.
3. *Punto de aplicación:* es el lugar en que se sienten los efectos de la fuerza.
4. *Intensidad:* es la magnitud absoluta, el grado de mayor o menor efecto de la fuerza.

VECTORES GRÁFICOS

Los vectores gráficos son figuras mediante las cuales se representan las fuerzas, conservando las características de sus elementos.

Un vector se representa gráficamente mediante una flecha, cuya posición indica su dirección; el extremo de la flecha apunta hacia el sentido; su origen (punto de partida) representa el punto de aplicación; y su longitud, conforme a una escala, representa la intensidad de la fuerza.



Algunas otras magnitudes que estudia la Física se representan también mediante vectores: la velocidad y la aceleración, por ejemplo. Las magnitudes vectoriales son aquellas que conllevan la idea de dirección y sentido. Para calcular el lugar donde se encontrará un automóvil, por ejemplo, no basta saber cuántos kilómetros recorrió, sino también en dónde comenzó el viaje, en qué dirección y en qué sentido se movió.

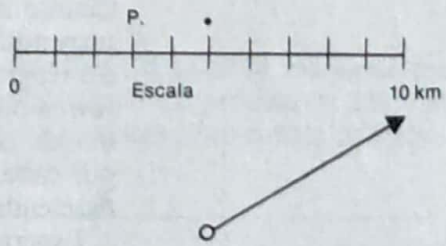
MAGNITUDES ESCALARES

En cambio, las magnitudes que obran en una sola dirección o que no se pueden relacionar y que sólo se expresan por su valor numérico se llaman escalares.

El peso y el volumen de los cuerpos son magnitudes escalares.

Ejercicios

1. Indica cuáles de estas magnitudes son escalares y cuáles son vectoriales, escribiendo en los paréntesis las letras E y V.



(V) longitud (V) área
(E) masa (V) movimiento
(E) velocidad

2. Representa mediante vectores un movimiento de ocho km, que empieza en

Escaneado con CamScanner

el punto P y se dirige hacia el norte; una fuerza que se opone a la fuerza f y la equilibra.

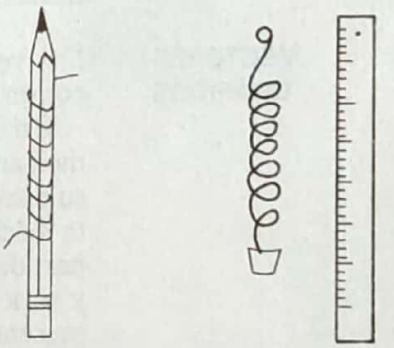
3. En cada vector anota sus elementos: punto de aplicación, intensidad, sentido y dirección.

LA LEY DE HOOKE

3.1.3 En el siguiente experimento descubriremos la relación que existe entre la intensidad de las fuerzas y las deformaciones que produce.

Para empezar, construye un resorte enrollando un trozo de alambre de cobre (cable eléctrico) en un lápiz. Cuelga el resorte de un extremo y en el otro adáptale un platillo (tapadera o corcholata).

Coloca una regla graduada a un lado del resorte, de modo que el cero de la regla coincida con la posición del platillo (pégale una flecha indicadora, para mayor precisión).



Consigue después varios objetos igualmente pesados (canicas, clavos o soldados de plomo, por ejemplo).

Observarás que, al colocar las canicas o clavos en el platillo, el resorte se estira. Cuanto mayor sea el número de objetos suspendidos, mayor será el alargamiento del resorte. Al hacer el experimento, nosotros obtuvimos los resultados expresados en la tabla anexa: Concluimos que, por cada canica que se agrega al platillo desciende unos 8 mm y medio.

Número de canicas	Alargamiento, mm
1	8
2	17
3	26
4	34
5	42
6	51
7	59
8	68
9	77
10	86

Esperamos que tú puedas obtener una mayor precisión. Seguramente los alargamientos que observes serán diferentes, puesto que depende de lo grueso del cable, del templado del metal y de otros factores. Pero en lo que sí tenemos que concordar es en lo siguiente:

Escaneado con CamScanner

Ley de Hooke

> Las deformaciones que sufren los cuerpos son proporcionales a las fuerzas que las producen.

Es decir, una fuerza de doble magnitud que otra producirá una deformación de doble tamaño. A este "descubrimiento" nuestro lo llamaremos "ley de Hooke", dado que este sabio (Roberto Hooke, 1635-1703) lo obtuvo antes que nosotros.

Para verificar si una ley es válida, tenemos que someterla a comprobación: tenemos que ser capaces de predecir el resultado de un experimento en condiciones aún no observadas.

Ejemplo

¿Puede predecirse cuál será el alargamiento de nuestro resorte si le colgamos 15 canicas?

Si consideramos que una canica produce un alargamiento de 8.5 mm, 15 canicas producirán un alargamiento de 15×8.5, igual a 127.5 mm.

Comprobación experimental

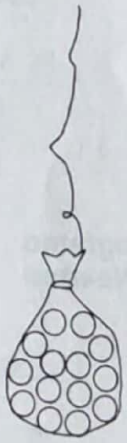
Al colgar las 15 canicas en nuestro resorte comprobamos que el alargamiento fue de 128 mm. A pesar de la imprecisión de nuestro experimento, admitimos que la ley sí es válida.

Experimento

O bien podemos hacer el siguiente experimento: ¿cuántas canicas necesitaremos para producir un alargamiento de 25 cm (250 mm)?

Si para producir un alargamiento de 8.5 mm se necesita el peso de una canica, para producir 250 mm se necesitarán $250 \div 8.5$, igual a 29 canicas y fracción.

Coloquemos en el platillo 30 canicas y veremos que. . . ¡El alambre se desplomó y perdió su forma de manera definitiva! ¡Y el alargamiento fue más de un metro!



Esto nos obliga a aceptar que, cuando un cuerpo elástico sufre tensión excesiva, pierde la posibilidad de recuperar su forma original.

Compruébalo con tu resorte, aunque después tendrás que hacer uno nuevo. Estíralo suavemente y verás que al soltarlo recupera su forma primitiva. Pero, más allá de cierta intensidad, si le das un estímulo fuerte, quedará deformado definitivamente.

La conclusión es que existe un "límite de elasticidad"; cuando se sobrepasa ese límite, nuestra ley deja de ser válida: en lugar del alargamiento previsto de 250 mm obtendremos uno de más de 1 metro. La ley de Hooke, teniendo en cuenta esta posibilidad, se enunciará, como él lo hizo, en estos términos:

LÍMITE DE ELASTICIDAD

> Dentro del límite de elasticidad, las deformaciones que sufren los cuerpos elásticos son proporcionales a las fuerzas que las producen.

Escaneado con CamScanner

MEDICIÓN DE LA FUERZA

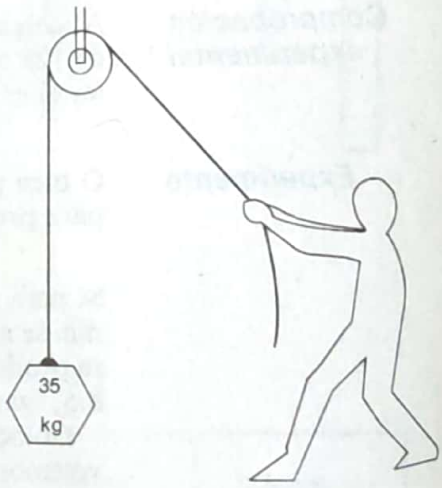
Dinamómetro

El *dinamómetro* es un aparato que sirve para medir las fuerzas (incluyendo el peso de los cuerpos, que también es una fuerza) como una aplicación de la ley de Hooke.

Tú puedes convertir tu resorte en dinamómetro, simplemente colocándole una escala que, en lugar de registrar deformaciones, esté graduada en unidades de fuerza.

UNIDADES DE FUERZA

Las fuerzas se miden en *kilogramos,* según el peso que son capaces de sostener. También se miden en *newtons,* que son las unidades del sistema internacional.



Kilogramo Newton

> Un newton vale 9.81 kilogramos-fuerza.

Para obtener la fórmula final de la ley de Hooke, observa que al dividir el alargamiento entre la intensidad de la fuerza se obtiene siempre el mismo número, que representa el alargamiento por unidad:

Por ejemplo, según nuestra tabla, al peso de 10 canicas le corresponde un alargamiento de 86 mm.

Entonces, el alargamiento por unidad (el correspondiente a una canica) es de 86 ÷ 10 = 8.6 mm. Esta cantidad es la misma, cualquiera que sea el par de datos que se tome de la tabla. Compruébalo con tu propia tabla. (Descartamos las pequeñas diferencias debidas a la imprecisión de nuestras observaciones).

Así pues, podemos expresar la ley de Hooke mediante esta fórmula:

Fórmula de la Ley de Hooke

$$\frac{a_1}{f_1} = \frac{a_2}{f_2}$$

(a_1 y a_2 son los alargamientos; f_1 y f_2 son las fuerzas que los producen)

Escaneado con CamScanner

Problemas y ejercicios

1. Construye una escala para tu dinamómetro, cuélgale un peso que dé un alargamiento de 10 cm y deduce qué cantidad de fuerza se requiere para los puntos intermedios.

2. Los muelles de los amortiguadores de un automóvil de 850 kg se flexionan 28 mm, debido al peso de éste. ¿Cuánto se flexionarán en total, si se agrega una carga de 500 kg?

3. Los muelles del automóvil del problema anterior pueden deformarse y romperse cuando se flexionan más de 60 mm. ¿Cuál es la máxima carga que pueden soportar?

Respuestas

2. El peso total del automóvil cargado será de 1 350 kg.

FÓRMULA:	SUSTITUCIÓN:	DESPEJE:
$\frac{a_1}{f_1} = \frac{a_2}{f_2}$	$\frac{28}{850} = \frac{x}{1\,350}$	$x = \frac{1\,350 \times 28}{850}$

Resultado: $x = 44$ mm.

3.

FÓRMULA:	SUSTITUCIÓN:	DESPEJE:
$\frac{a_1}{f_1} = \frac{a_2}{f_2}$	$\frac{28}{850} = \frac{60}{x}$	$x = \frac{60 \times 850}{28}$

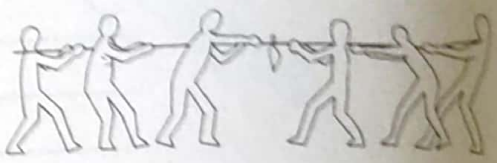
Resultado: $x = 1\,821$

Dado que el automóvil pesa 850 kg, la carga que se puede agregar es sólo de 971 kg.

Nota: Aunque no debe confundirse el kilogramo-masa con el kilogramo-fuerza (que es la fuerza necesaria para sostenerlo al nivel del mar y a 45° de latitud), obedeciendo la costumbre a ambos llamaremos kilogramo; tú tendrás que establecer la diferencia de acuerdo con el contexto.

Escaneado con CamScanner

Este grupo de niños, dividido en dos equipos, juega a probar sus fuerzas tirando de una cuerda en dos sentidos. El conjunto de niños forma un *sistema de fuerzas*, y se podrá ocasionar el desplazamiento del grupo o no, según que se equilibren mutuamente o un equipo venza al otro.



Analicemos los elementos de este sistema:

Fuerzas colineales

1. El sistema se llama de *fuerzas colineales*, puesto que todas actúan sobre una misma línea.

Componentes

2. Las fuerzas individuales, es decir, el esfuerzo realizado por cada niño, se llaman *componentes*.

Equilibrio

3. Si las fuerzas se anulan unas a otras y el conjunto permanece inmóvil, decimos que el sistema se encuentra en *equilibrio*.

Resultante

4. Si uno de los equipos vence al otro, el sistema se moverá como impulsado por una fuerza única, que será considerada como *resultante* del sistema.

Equilibrante

5. Podríamos pensar en reforzar al equipo perdedor, agregándole una componente más. Si con este refuerzo se logra un equilibrio completo, lo llamaremos *equilibrante*.

6. El resultado de la lucha puede preverse mediante el cálculo, haciendo la suma algebraica de las fuerzas componentes.

Consideremos, por ejemplo, que tenemos dos equipos y que la fuerza de cada uno de sus componentes es la dada en la tabla:

EQUIPO POSITIVO:		EQUIPO NEGATIVO:	
Andrés:	+ 40 kg	Mario:	− 42 kg
Benito:	+ 32 kg	Néstor:	− 38 kg
Carlos:	+ 27 kg	Pablo:	− 27 kg
Daniel:	+ 12 kg	Quique:	− 6 kg
Total:	+ 111 kg	Total:	− 113 kg

Suma algebraica: $(+111) + (-113) = -2$

La resultante es —2: El sistema se moverá como si fuese impulsado por una fuerza de 2 kg, en el sentido en que tira el equipo negativo. Para equilibrar el sistema, sería necesario reforzar al equipo positivo con un elemento que tenga una fuerza de 2 kg. Observa que la resultante y la equilibrante son de sentido contrario, aunque del mismo valor absoluto:

Resultante: − 2 kg
Equilibrante: + 2 kg

Escaneado con CamScanner

Si reforzamos el sistema con ese elemento, la suma será 0, que simboliza el equilibrio.

Generalizando:

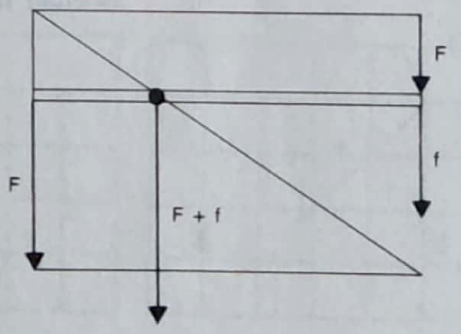
> Un *sistema de fuerzas* es un conjunto de fuerzas que actúan sobre un mismo cuerpo.
>
> Cuando las fuerzas operan en la misma dirección, es decir, moviéndose en una misma línea (aunque eventualmente pudiesen hacerlo en sentidos contrarios) se llaman *fuerzas colineales.*
>
> Cada una de las fuerzas que forman parte del sistema se llama *componente.*
>
> Si las componentes del sistema se anulan entre sí, de modo que el sistema permanece inmóvil, se dice que se encuentra en *equilibrio.*
>
> Si el sistema se mueve, se llamará *resultante* a una fuerza única que pudiese producir el mismo efecto que todo el conjunto. Cuando éste se encuentra en equilibrio, se dirá que la resultante es nula.
>
> La fuerza capaz de anular a la resultante se llama *equilibrante.* Si a un sistema se le agrega su equilibrante, se producirá el equilibrio. En general, la equilibrante y la resultante son simétricas; es decir, su suma es cero. Cuando el sistema ya está en equilibrio, tanto la resultante como la equilibrante son nulas.

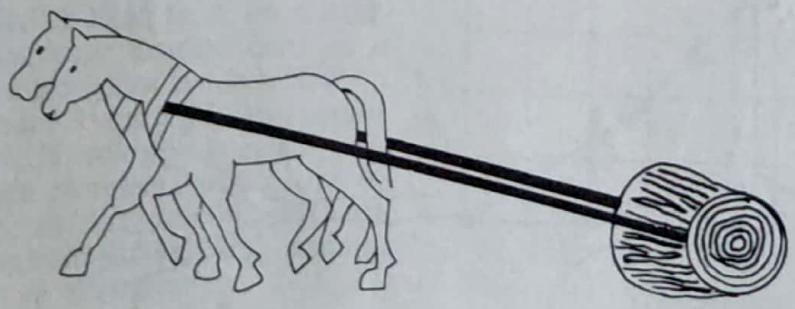
Formen equipos de fuerzas equilibradas (para ello necesitarán conocer su fuerza, midiéndola como se indica en 3.1.3.). Comprueben que realmente forman un sistema de equilibrio. Si un equipo vence a otro, discutan por qué no se logró el equilibrio.

FUERZAS PARALELAS

> Son fuerzas que actúan en direcciones paralelas.

Cuando tienen el mismo sentido, su resultante es igual a su suma, pero tienden a producir un giro del objeto al que se aplican. Ese giro depende del punto de aplicación. Para calcular el punto de aplicación de la resultante se utiliza el método gráfico descrito en la figura anexa:
A es el punto de aplicación de las dos fuerzas paralelas *f* y *F*.





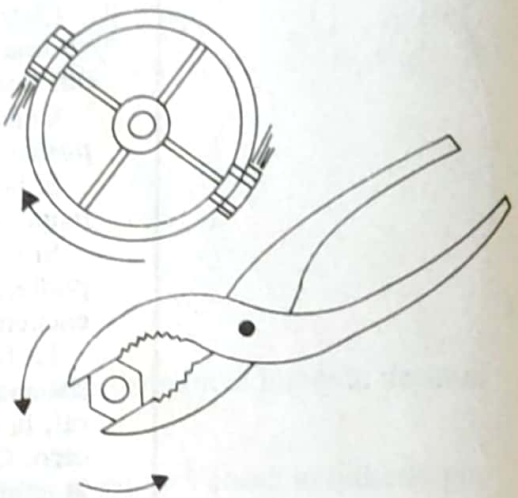
Escaneado con CamScanner

Par de fuerzas

Cuando las fuerzas paralelas tienen sentidos contrarios e igual magnitud, producen un giro en el cuerpo al que se aplican y forman el llamado *par de fuerzas*.

Un par de fuerzas no tiene resultante, por tanto, tampoco equilibrante.

Las ruedas pirotécnicas y las pinzas son ejemplos concretos en los que se aplican pares de fuerzas.



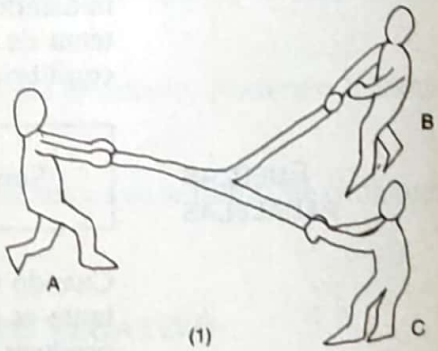
FUERZAS CONCURRENTES

Ya vimos cómo predecir el resultado de un sistema de fuerzas colineales; ahora tenemos un nuevo problema: ¿cómo saber lo que ocurrirá cuando las fuerzas actúan en direcciones diferentes?

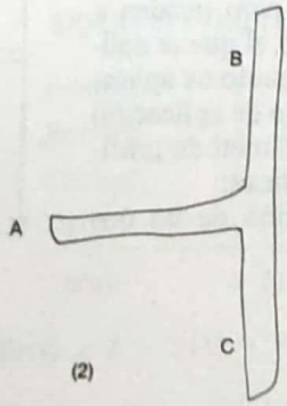
Jueguen varios compañeros con una rama de árbol para darse cuenta de cómo influyen las direcciones respectivas de las fuerzas. Cada uno debe tirar de un brazo de la rama, para ver si alguno puede arrastrar a los otros.

Lo interesante está en que adviertan que hay dos factores que decidirán el resultado:

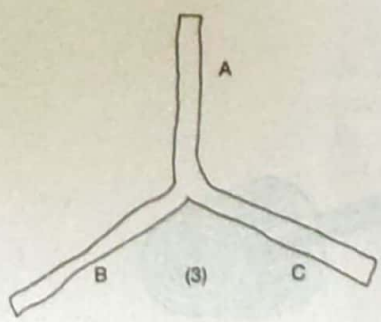
- La fuerza. El más fuerte tendrá mayor probabilidad de vencer.
- La dirección relativa. Si usan una horqueta en forma de T, como en el caso 2, *A* arrastrará a los otros dos, no importa cuán fuertes sean éstos.



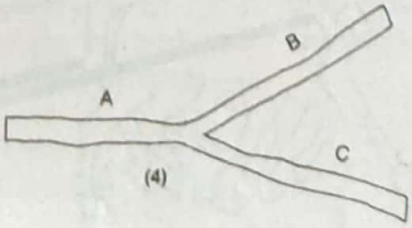
(1)



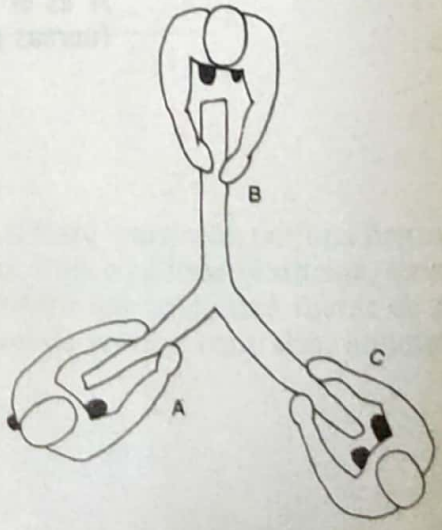
(2)



(3)



(4)



Escaneado con CamScanner

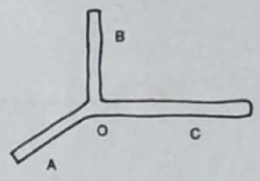
También en el caso 3 ganará *A*, a menos que sea demasiado débil.
En cambio, el caso 4 es adverso para *A*. Lo más probable es que *B* y *C* lo arrastren hacia la derecha.

3.1.5 No obstante, a excepción del caso 2, en el que *A* gana incondicionalmente, habrá que tomar en cuenta ambos factores simultáneamente. Veamos cómo se hace el cálculo:

Problema

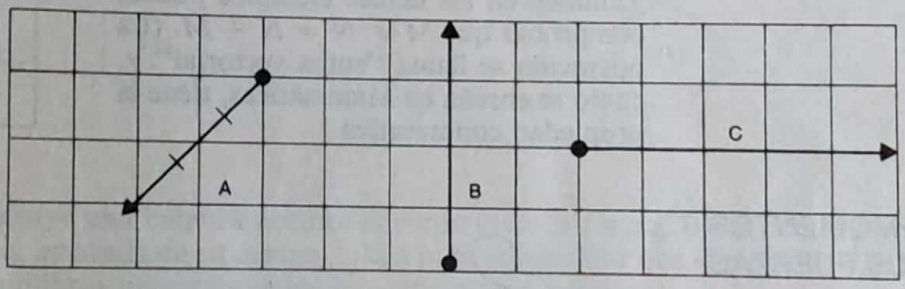
Consideremos este caso concreto: la horqueta tiene dos brazos perpendiculares y el tercero es bisectriz del ángulo exterior formado por los dos primeros. Habrá que considerar, además, la fuerza de cada uno. Sean:

A: 30 kg
B: 40 kg
C: 50 kg

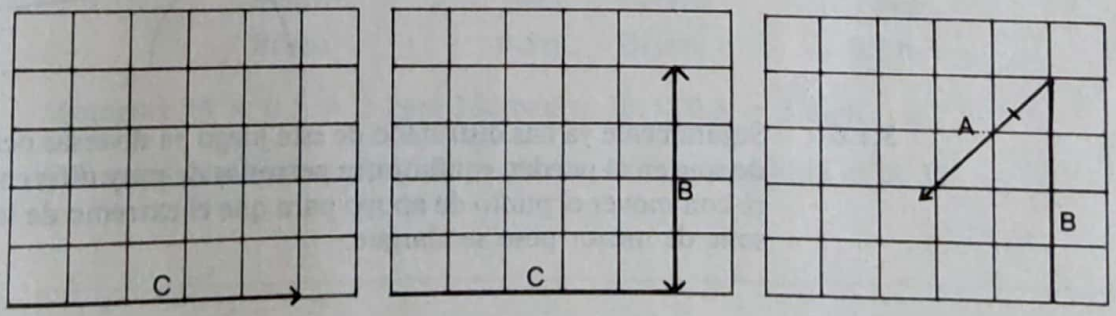


Solución gráfica

Empecemos por representar las fuerzas mediante vectores, considerando sus intensidades y sus direcciones:

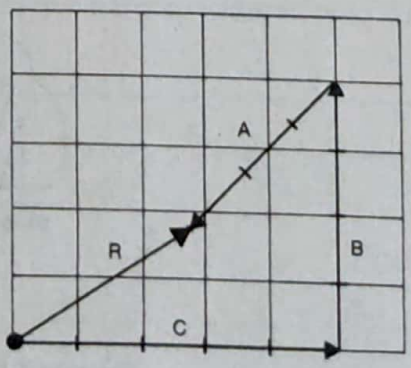


Y ahora dejemos actuar juntas las tres fuerzas, a partir del origen *O*. Empecemos con la fuerza *C*, que tirará 5 unidades hacia la derecha. Esto lo representaremos mediante una flecha de 5 unidades, dirigidas hacia la derecha, como se ve en el siguiente esquema:



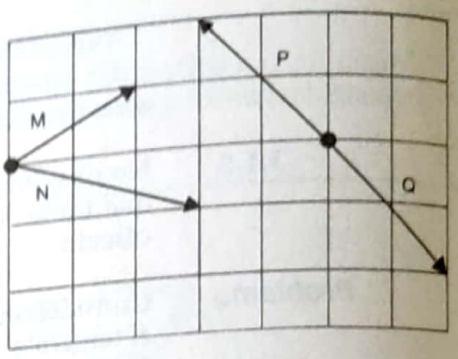
Después representaremos *B* por medio de una flecha de 4 unidades de longitud, dirigida hacia arriba. Y por último, medimos con la escala los 30 kg de *A*, en su dirección oblicua, cuyo extremo caerá en el punto que marcaremos con la letra *R*.

Eso es todo: el vector *OR* representará la resultante. Mídelo con la escala y observarás que representa una fuerza de unos 34 kg, con dirección oblicua (hacia la derecha y hacia arriba) como lo indica su posición en el diagrama.



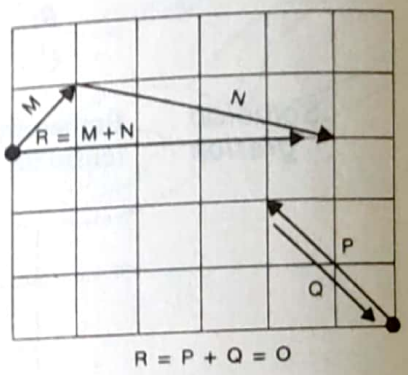
Escaneado con CamScanner

Una fuerza de esa magnitud, pero en sentido contrario, será la equilibrante. Es decir, si agregamos un cuarto competidor con esa intensidad y dirección, el sistema se mantendrá en equilibrio.



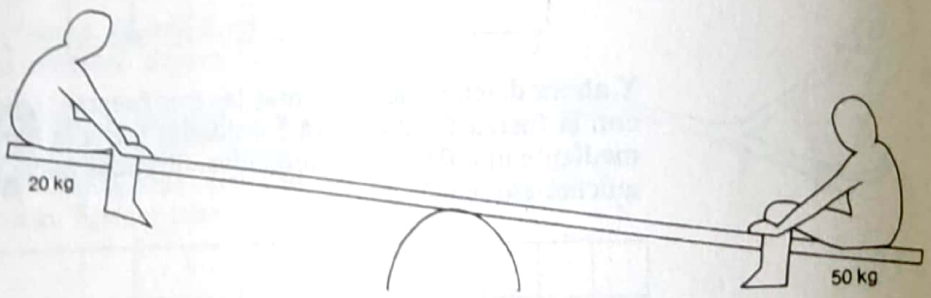
Aquí tienes otro ejemplo para que practiques el método gráfico de solución del problema de las fuerzas concurrentes. ¿Cuál es la resultante de cada sistema de fuerzas?

Tal vez te hayas preguntado por qué colocamos las fuerzas *A*, *B* y *C* en orden *C*-*B*-*A*. La respuesta es que eso no tiene importancia. Cualquiera que sea el orden en que se sumen las componentes se obtiene el mismo resultado. ¿Quieres comprobarlo? Haz en tu cuaderno la operación en otro orden cualquiera.

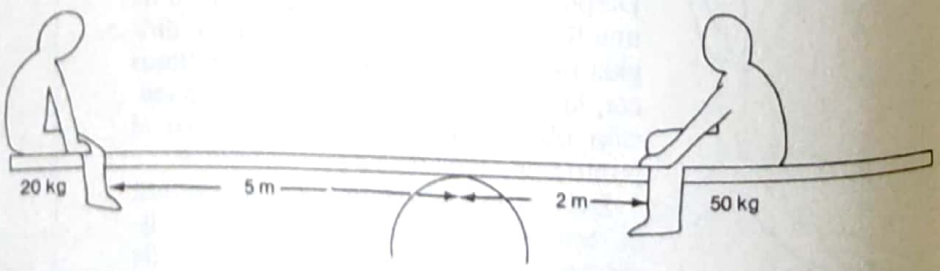


También en los demás ejemplos puedes comprobar que $M + N = N + M$. (La operación se llama "suma vectorial" y, como se enseña en Matemáticas, tiene la propiedad conmutativa.)

MOMENTOS DE FUERZAS



3.1.6 Seguramente ya has disfrutado de este juego en diversas ocasiones. ¿Has comprobado que en él pueden equilibrarse personas de muy diferente peso? Para ello bastará con mover el punto de apoyo para que el extremo de la tabla donde está la persona de menor peso se alargue.



En esta figura, el niño flaco está sobre un "brazo" de 5 m; en cambio, el niño gordo tiene un "brazo" de 2 m.

Escaneado con CamScanner

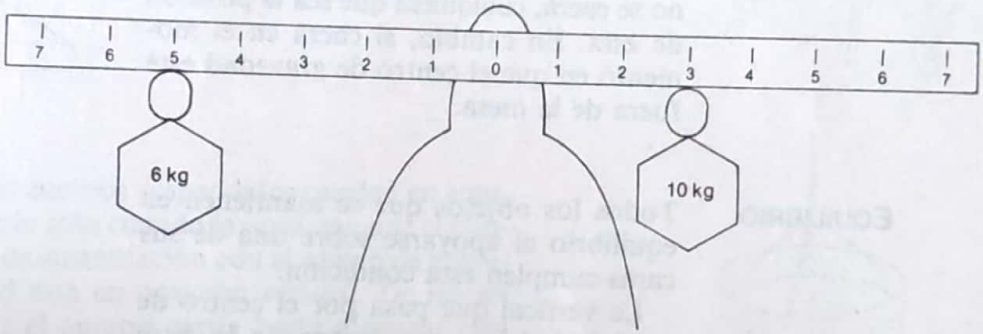
Brazo

Cuando una fuerza opera sobre un cuerpo para hacerlo girar, se llama *brazo* de palanca, la distancia que hay entre el centro de rotación y la fuerza.

También es necesario definir lo que se entiende por *momento:*

Momento

Momento de una fuerza es el resultado de multiplicar su intensidad por su brazo de palanca.
Momento = intensidad × brazo $\quad M = I \times b$



Construye una balanza aritmética como la de la figura. Basta con una regla graduada, apoyada en su centro. Úsala para comprobar que el sistema se encontrará en equilibrio siempre que los momentos sean iguales.

En nuestro ejemplo, los momentos son:

LADO IZQUIERDO:		**LADO DERECHO:**	
Fuerza:	6 kg	Fuerza:	10 kg
Brazo:	0.5 m	Brazo:	0.3 m

Momento: $6 \times 0.5 = 3$ kgm Momento: $10 \times 0.3 = 3$ kgm

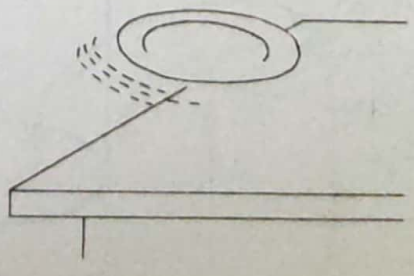
Como los momentos son iguales, el peso de 6 kg equilibra al de 10.

EQUILIBRIO

CENTRO DE GRAVEDAD

Todo cuerpo tiene un punto especial en el que parece residir su peso. Es el *centro de gravedad.*

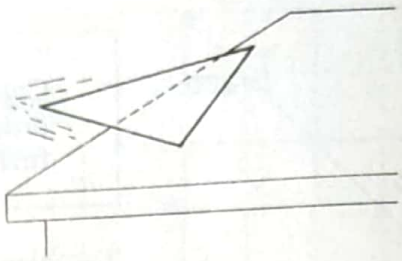
3.1.7 Si colocas un objeto cualquiera sobre una mesa y lo vas deslizando hacia el borde, llega el momento en que cae. Eso ocurre cuando el centro de gravedad esté en una vertical que no pasa por la base de sustentación del objeto.



Esta propiedad nos permite localizar el centro de gravedad de un objeto. Por

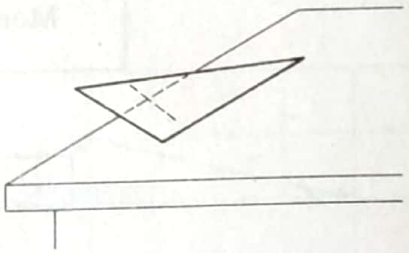
Escaneado con CamScanner

ejemplo, coloca tu escuadra sobre la mesa y empújala hacia el borde. Cuando empiece a bambolearse y esté a punto de caer, traza sobre ella una línea que siga el borde de la mesa.



Coloca tu escuadra en otra posición y repite el experimento anterior. El punto en el que se cortan las dos rectas será el centro de gravedad.

Compruébalo: mientras el centro de gravedad esté apoyado en la mesa, la escuadra no se caerá, cualquiera que sea la posición de ésta. En cambio, sí caerá en el momento en que el centro de gravedad esté fuera de la mesa.



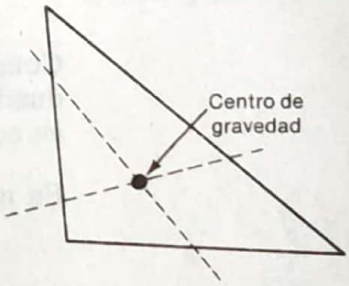
EQUILIBRIO

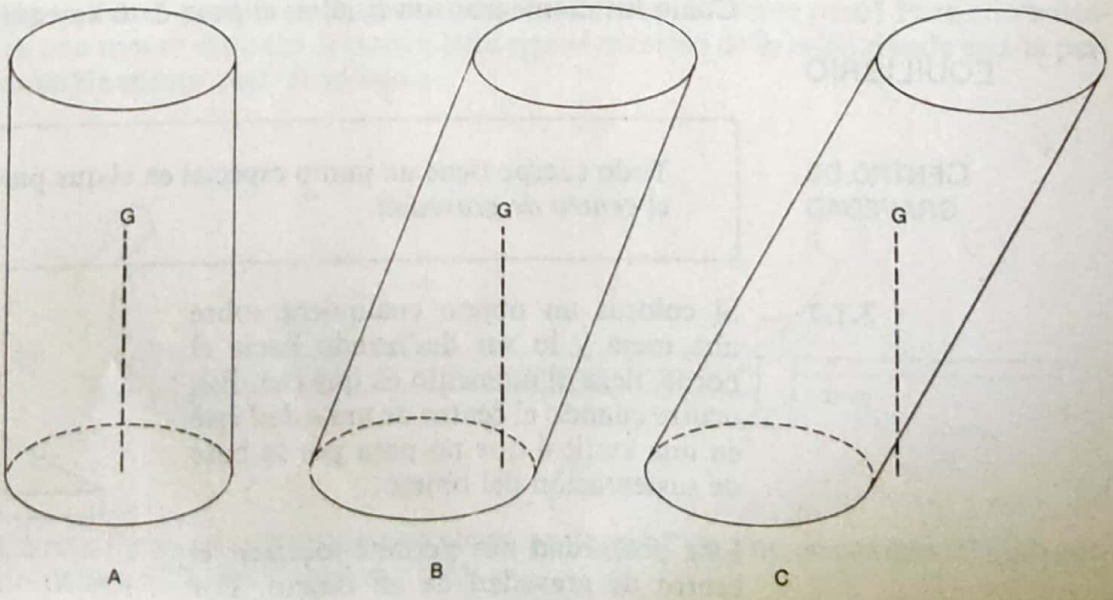
Todos los objetos que se mantienen en equilibrio al apoyarse sobre una de sus caras cumplen esta condición.

La vertical que pasa por el centro de gravedad debe caer dentro de la base de sustentación.

En la figura, los cilindros *A* y *B* se sostendrán en equilibrio. En cambio, el cilindro *C* se caerá.

Esto se debe a que, como se observa en la figura, la vertical que pasa por el centro de gravedad cae en la base de sustentación en los dos primeros casos, no así en el tercero.

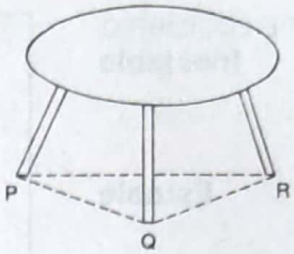




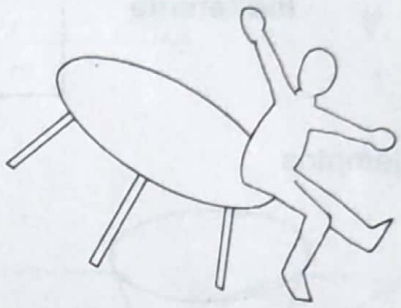
Escaneado con CamScanner

Base de sustentación

Para encontrar la base de sustentación de un cuerpo, traza un polígono convexo que encierre todos los puntos en los que el cuerpo se apoye. Por ejemplo, la base de sustentación de la mesita es el triángulo *PQR*, que encierra los tres puntos en los que se apoya la mesa.



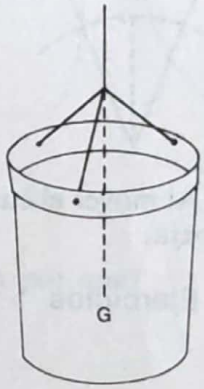
Una persona la volcará si se sienta en la mesa, de modo que la vertical que pasa por el centro de gravedad del nuevo sistema caiga fuera del triángulo.



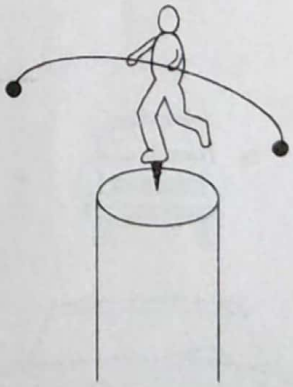
Equilibrio de cuerpos suspendidos

Los cuerpos suspendidos quedan en equilibrio sólo cuando la línea que une el punto de sustentación con el centro de gravedad está en posición vertical. De no ser así, el cuerpo oscila hasta alcanzar esta posición.

Tú puedes construir graciosos juguetes equilibristas, agregando a un juguete una bola pesada de plastilina (por ejemplo, envolviendo con ella un objeto metálico macizo) y un alambre (véase la ilustración).

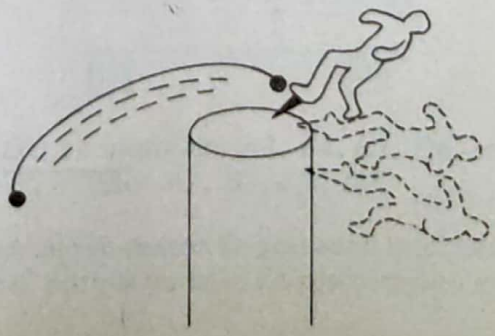


Todos se quedarán asombrados al ver cómo la figura se bambolea, a punto de caer, pero logra mantenerse en un equilibrio.



En cambio, si se elimina la bola pesada la figura se desplomaría, dado que el equilibrio se logra gracias a que el centro de gravedad está muy cerca de la bola, en razón de su peso, y a que este centro se acomoda debajo del punto de sustentación.

Las reglas relativas al centro de gravedad dan origen a tres clases de equilibrio:



Escaneado con CamScanner

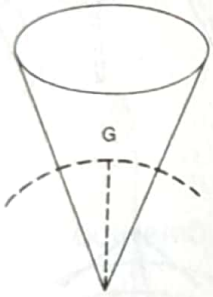
CLASES DE EQUILIBRIO

Inestable — Ocurre cuando un pequeño movimiento hace bajar el centro de gravedad y el objeto se desploma. Este tipo de equilibrio es muy difícil de lograr, puesto que la menor vibración lo malogra.

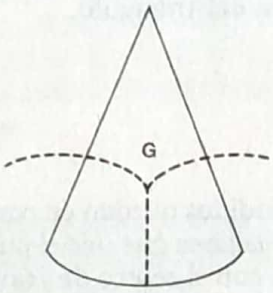
Estable — Ocurre cuando la posición del objeto es tal que un pequeño movimiento hace que su centro de gravedad suba. El equilibrio es tanto más estable cuando más bajo se encuentra el centro de gravedad.

Indiferente — Sucede cuando al mover el objeto su centro de gravedad se conserva a la misma altura. Al soltar el objeto, se queda en la posición en la que se dejó.

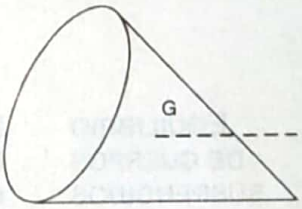
Ejemplos



Inestable: Al mover el cuerpo, el centro baja.



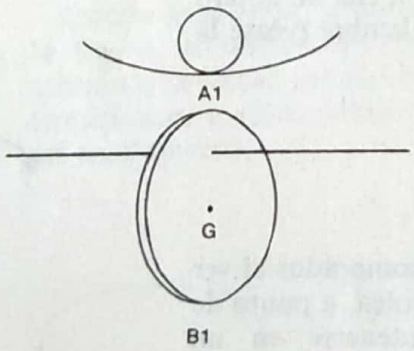
Estable: Al mover el cuerpo, el centro sube.

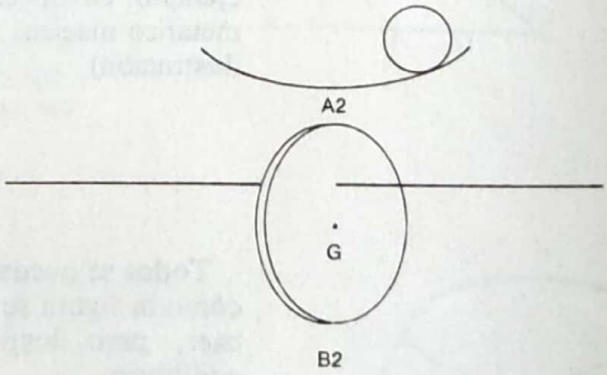


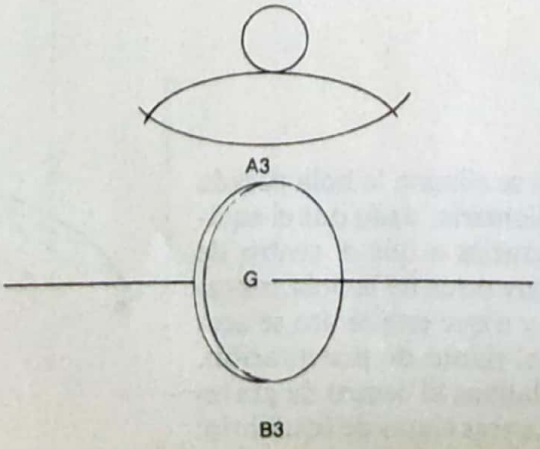
Indiferente: Al moverse, el centro conserva su altura.

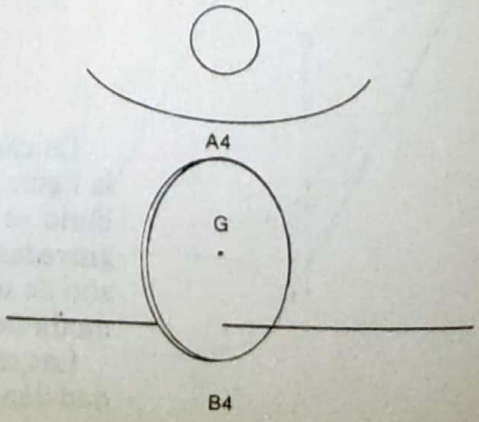
Ejercicios

1. Indica si los siguientes objetos están en equilibrio y si es estable, inestable o indiferente.

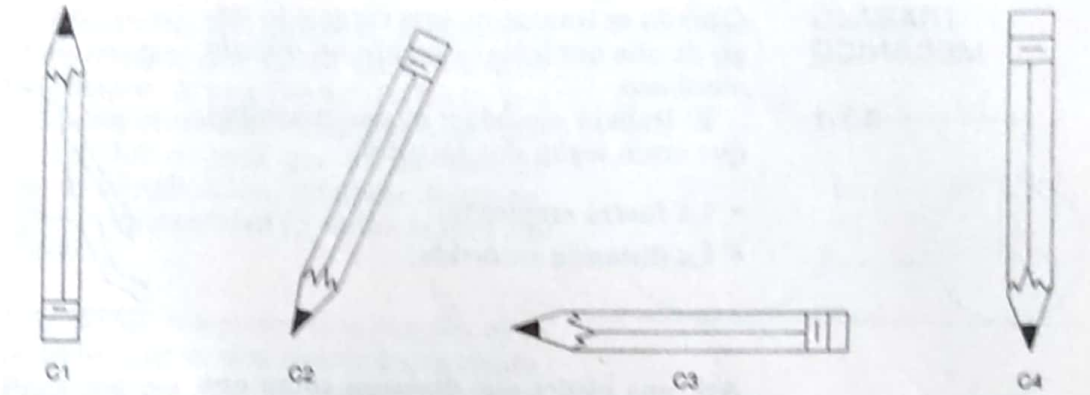


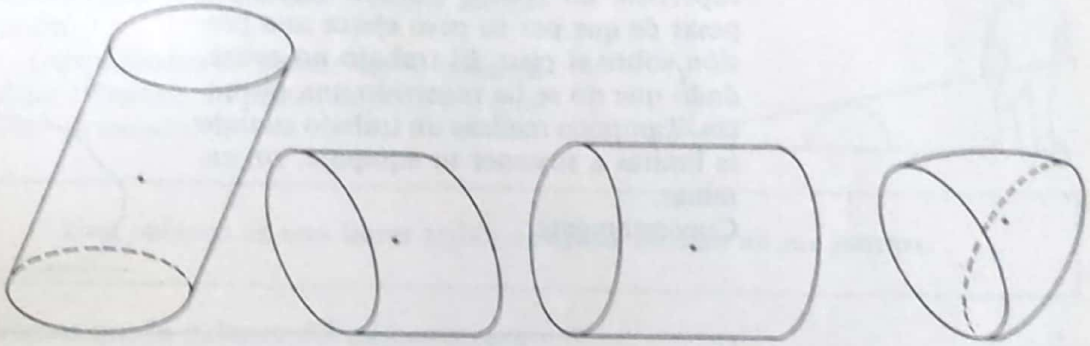






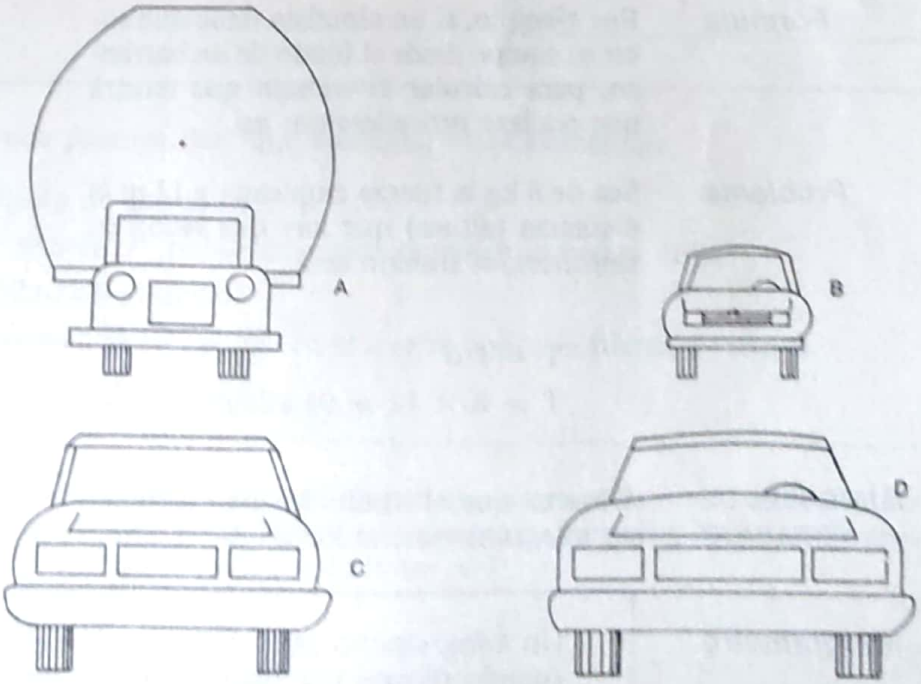
Escaneado con CamScanner





Reflexiona

2. ¿Cuál automóvil de cada par tiene más estabilidad y por qué?



Respuestas

1. Están en equilibrio estable: *B*1, *A*1, *C*4 y *D*1; en inestable: *A*3, *B*4, *C*1, *D*4; en indiferente: *A*4, *B*3, *C*3, *D*3; no están en equilibrio: *A*2, *B*2, *C*2, *D*2.

2. El automóvil *B* es más estable que el *A*, porque su centro de gravedad está más bajo. El automóvil *D* es más estable que *C* porque su base de sustentación es más amplia.

Escaneado con CamScanner

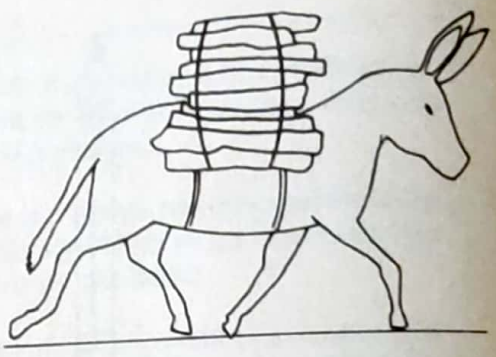
TRABAJO MECÁNICO

3.2.1

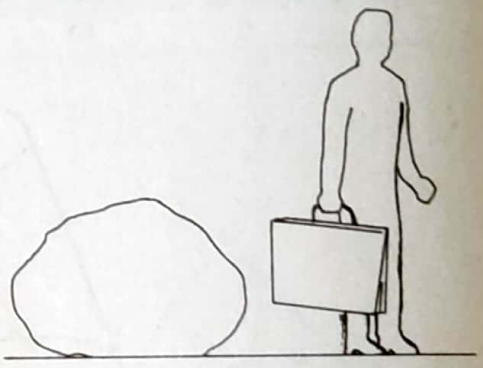
Cuando se transporta una carga a lo largo de una distancia se realiza un *trabajo mecánico*.

El trabajo mecánico es una magnitud que crece según dos factores:

- La fuerza empleada.
- La distancia recorrida.



Así, una piedra que descansa sobre una superficie no realiza trabajo alguno, a pesar de que por su peso ejerce una presión sobre el piso. El trabajo no existe, dado que no se ha recorrido una distancia. Tampoco realizas un trabajo cuando te limitas a sostener tu equipaje, sin caminar.
Concretamente:



Trabajo mecánico

El trabajo mecánico es el producto de la fuerza por la distancia recorrida. Es decir:

$$T = f \cdot d$$

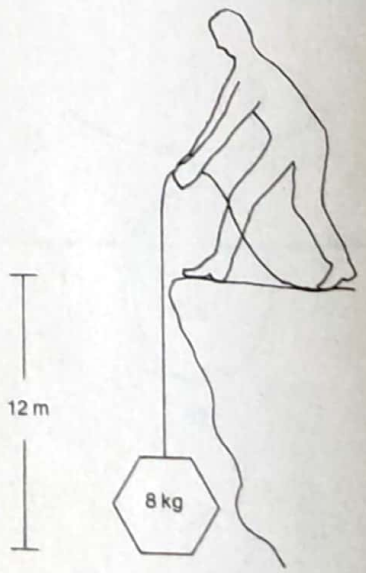
Fórmula

Por ejemplo, si un alpinista tiene que subir su equipo desde el fondo de un barranco, para calcular el trabajo que tendrá que realizar procederemos así.

Problema

Sea de 8 kg la fuerza empleada y 12 m la distancia (altura) que hay que recorrer. Entonces, el trabajo será:

$$T = f \cdot d$$
$$T = 8 \times 12 = 96 \text{ kilográmetros}$$



UNIDADES DE TRABAJO

Observa que el resultado fue expresado en kilográmetros, unidades de trabajo.

Kilográmetro

Un *kilográmetro* es el trabajo que realiza una fuerza de un kilogramo cuando recorre una distancia de un metro.

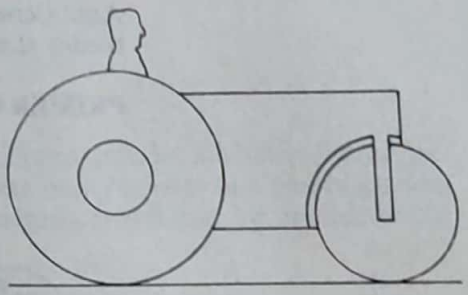
Joule

La unidad de trabajo en el SI es el *joule* o *julio*. Un joule es el trabajo que realiza una fuerza de un newton cuando recorre una distancia de un metro. El kilográmetro equivale a 9.81 joules.

Escaneado con CamScanner

MÁQUINAS SIMPLES

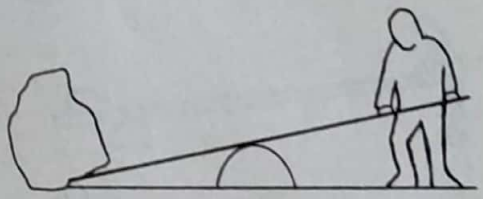
Las máquinas son aparatos, a veces muy complicados, que sirven para modificar los efectos de una fuerza. Es decir, una máquina cambia los efectos de una fuerza por los de otra que tuviese distinto punto de aplicación, diferente dirección, sentido o intensidad (o varios de esos elementos).



3.2.2

Una de las máquinas más simples es la *palanca,* que es una simple barra rígida. Pero con ese sencillo aparato podemos mover una roca pesada y hasta un camión.

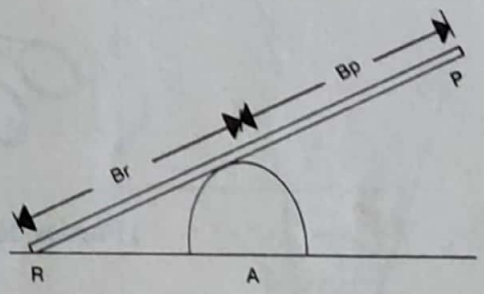
(Arquímedes al pensar en la palanca dijo: "Dadme un punto de apoyo y moveré el mundo").



Palanca

Una palanca es una barra rígida apoyada en uno de sus puntos.

Vemos que la palanca del esquema cambia el sentido de la fuerza; su efecto obra de arriba hacia abajo, y en cambio el cuerpo se eleva. También se modifica el efecto de la intensidad: con la palanca se logra el efecto de una fuerza poderosa.



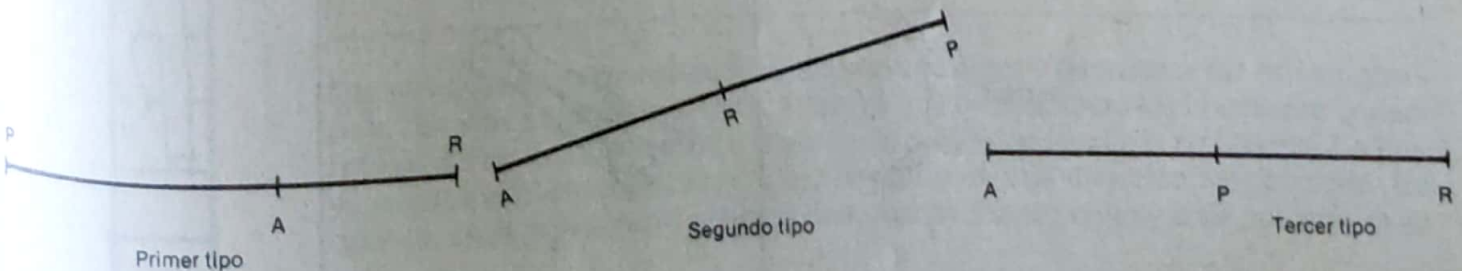
Elementos de la palanca

En una palanca, hay que distinguir estos elementos:

- Punto de apoyo (A).
- Potencia (P, punto en el que se aplica la fuerza útil).
- Brazo de potencia.
- Resistencia (R, punto en el que se aplica la fuerza a vencer).
- Brazo de resistencia.

Géneros de palanca

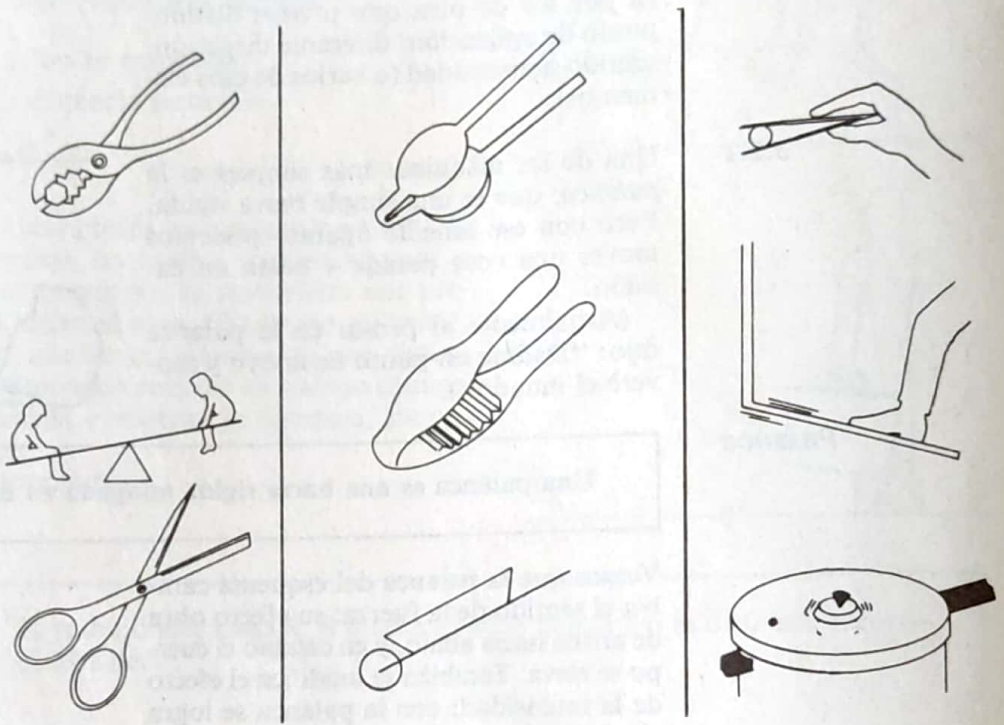
Las palancas se clasifican según el punto que se encuentra entre los otros dos. En las de primer tipo, el punto de apoyo se encuentra entre R y P. En las de segundo, R es el interior, y en las de tercer género es P.



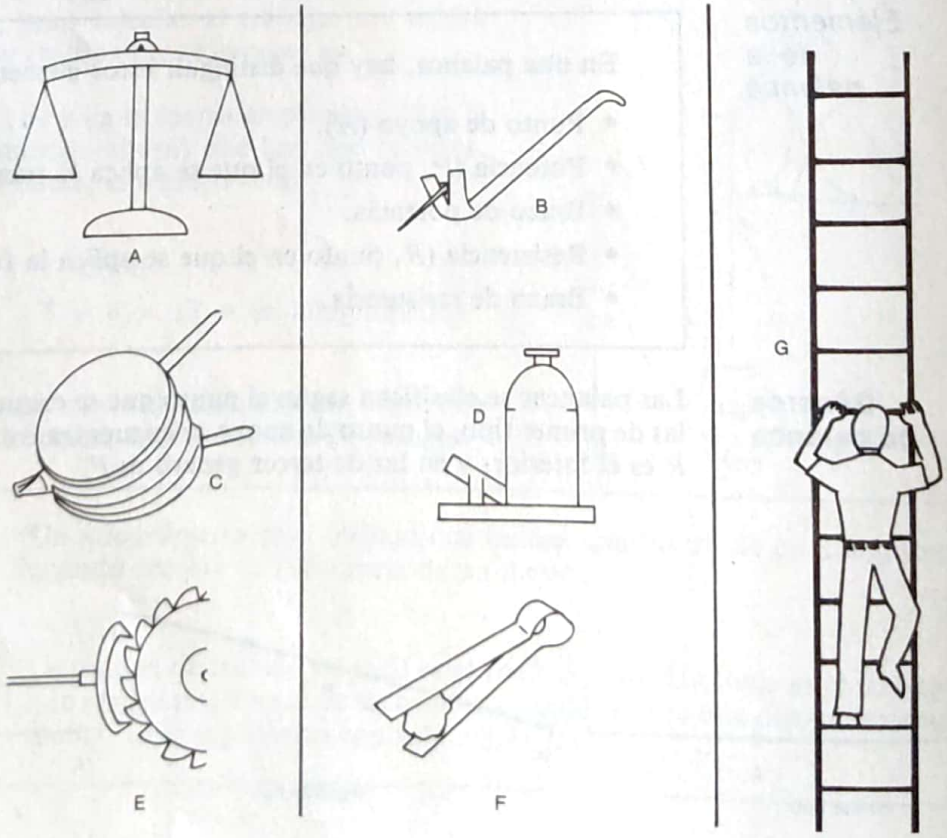
Escaneado con CamScanner

Aquí tienes ejemplos de palancas de cada uno de los géneros. Verifica que está en medio el punto apropiado.

PRIMER GÉNERO **SEGUNDO GÉNERO** **TERCER GÉNERO**



¿Puedes decir de qué género es cada una de las siguientes palancas?



Escaneado con CamScanner

Respuestas

Primer género tipo: A, B, F
Segundo género tipo: C, D
Tercer género tipo: E, G

Palancas en equilibrio

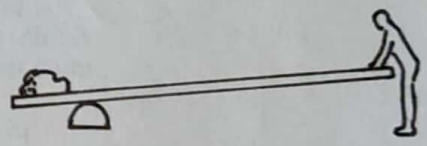
En general, las máquinas sirven para mover objetos grandes mediante fuerzas pequeñas. Por ejemplo, se puede usar una barreta para remover una piedra grande. El cálculo se realizará usando la regla de la balanza aritmética: los momentos deben ser iguales.

Problema

¿Qué fuerza se necesita para remover una piedra de 20 kg, usando la barra indicada en la figura?

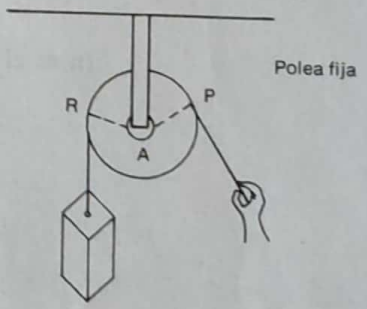
Solución

Vemos que es:



Brazo de potencia = 0.50 m
Brazo de resistencia = 0.05 m

Potencia = Resistencia = 20 kg



Momento de potencia = 0.5 ×
Momento de resistencia = 1 kgm

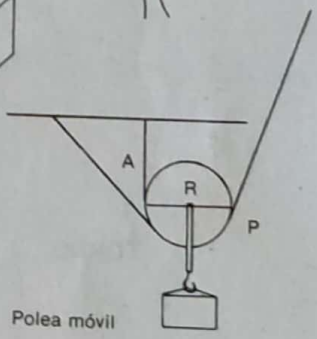
3.2.3

Como los momentos tienen que ser iguales, obtenemos la ecuación:

$$0.5 \cdot X = 1$$

de donde resulta: $x = 2$ kg

Esa es la solución: la piedra de 20 kg será removida con una fuerza de solamente 2 kg.



Otras máquinas simples son:

Poleas

> Las poleas son cilindros por cuya superficie acanalada pasa una cuerda que los hace girar respecto a un eje horizontal fijo o móvil.

Las poleas pueden instalarse de dos maneras:

Polea fija

> Polea fija. El eje está sujeto y la polea no se desplaza.

Polea móvil

> Polea móvil. La carga se suspende del eje y se desplaza al ser accionada.

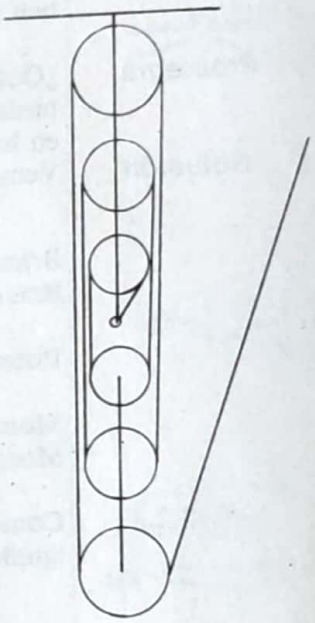
Las poleas pueden ser consideradas como una especie de palanca (de primer género la fija y de segundo la móvil). Observa que en la primera los brazos son iguales (radios del círculo); por tanto, la potencia deberá ser igual a la resistencia. La única ventaja está en que la fuerza útil se aplica en una dirección más cómoda. En cambio, en la polea móvil el brazo de resistencia es un radio y el de potencia es un

Escaneado con CamScanner

diámetro (el doble). Por tanto, en la polea móvil, la potencia será sólo la mitad de la resistencia, para que el sistema se mantenga en equilibrio.

Aparejo

A veces se combinan varias poleas fijas y móviles. El aparato resultante se llama aparejo.



Una regla para calcular la relación entre la potencia y la resistencia cuando se conserva el equilibrio es la siguiente:

La potencia es igual a la resistencia dividida entre el número de cordeles que unen unas poleas con otras.

Fórmula: $P = \frac{R}{n}$

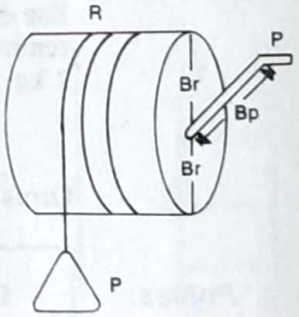
(n es el número de cordeles)

En el aparejo dibujado, hay seis hilos de enlace entre las poleas, por lo cual la potencia necesaria para equilibrar la resistencia será la sexta parte de la intensidad de ésta.

TORNO

El torno es otra de las máquinas simples. Consta de un cilindro que gira accionado por una palanca.

Cuanto mayor sea la palanca (brazo de potencia) en relación con el radio del cilindro (brazo de resistencia), menor será el esfuerzo necesario para sostener la carga.



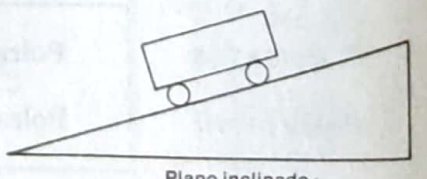
PLANO INCLINADO, CUÑA Y TORNILLO

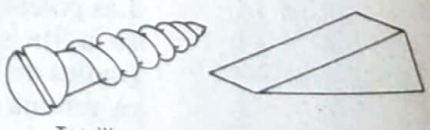
Por último, vemos esta máquina simple: el *plano inclinado,* y sus dos parientes próximos: la *cuña* y el *tornillo*. El primero, como su nombre lo indica, es un plano sobre el que se desliza la carga.

Como podemos observar, el plano inclinado permitirá elevar una carga hasta una altura dada.

Cuanto menos empinado sea el plano, menos pesada se sentirá la carga.

Comprueba esa última aseveración colocando una tabla de madera con diferentes inclinaciones y midiendo con tu dinamómetro la fuerza que se necesita para sostener un carrito con una carga. Veamos cómo se calcula la relación entre la potencia y la resistencia:


Plano inclinado

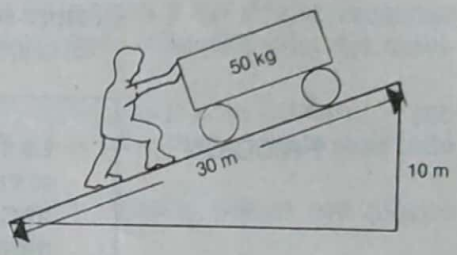

Tornillo Cuña

Escaneado con CamScanner

Problema resuelto

En la figura observamos que una carga de 50 kg se va a elevar a una altura de 10 m. De acuerdo con la fórmula, se tendrá que realizar un trabajo de:

$$T = f \cdot d \text{ (fuerza} \times \text{distancia)}$$
$$T = 50 \times 10 = 500 \text{ kgm}$$



Pero si se usa el plano inclinado, la distancia que tiene que ser recorrida es mayor: 30 m (o más, según la inclinación que se dé al plano). El trabajo realizado al usar la máquina es de:

$$T = 30 . X$$

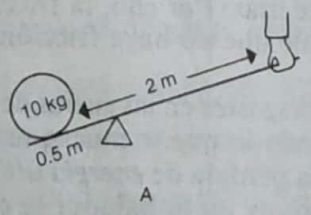
En toda máquina, el trabajo realizado es el mismo que si no se usara la máquina (en teoría). Por tanto, con la máquina tendrá que realizarse un trabajo de 500 kilográmetros:

$30\ X = 500$; de donde, $X = 16.7$ kg.

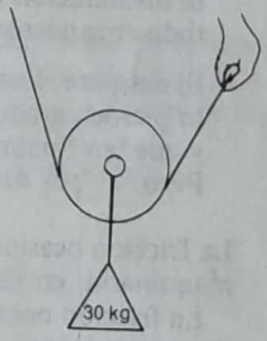
Esto es, la carga se sentirá aligerada a sólo unos 17 kg.

Ejercicios

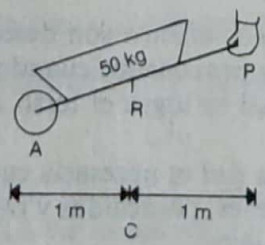
Puedes calcular qué potencia se necesita para sostener la resistencia en cada una de las siguientes situaciones



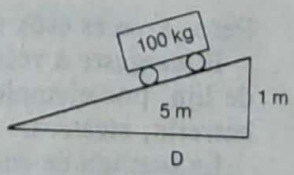
A



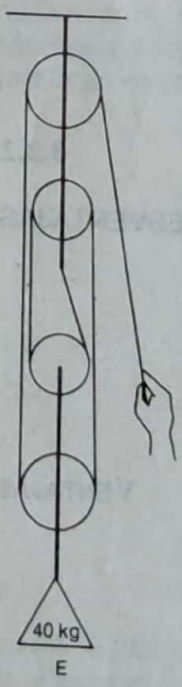
B



C



D



E

Respuestas

A:	(10)(0.5) = (2)(X)	X = 2.5 kg
B:	X = (½)(30)	X = 15 kg
C:	(50)(1) = (2)(X)	X = 25 kg
D:	(5)(X) = (1)(100)23	X = 20 kg
E:	X = (1/4)(40)	X = 10 kg

Escaneado con CamScanner

FRICCIÓN

Toda máquina desperdicia una parte de la energía empleada, y en lugar de desarrollar trabajo genera calor.

3.3.1

La palanca, el tornillo, la polea, etc., así como las máquinas más complejas, se calientan mientras trabajan. Esto hace que las fórmulas que hemos empleado para calcular las fuerzas no den resultados exactos. El trabajo que realiza la máquina siempre será algo menor que la energía que se le ha proporcionado.

El calor generado y la disminución del trabajo se deben a la *fricción* o *rozamiento*.

FRICCION

La fricción es consecuencia de las irregularidades de las superficies que se encuentran en contacto, si éstas son lisas y pulidas, la fricción es menor; si son ásperas y llenas de irregularidades, actúan como freno o tope para impedir el movimiento.

En el juego de hockey sobre hielo, el disco se desplaza con gran velocidad por lo liso de la superficie helada. Comprenderás que el disco no tendría tales facilidades si se desplazase sobre pasto o arena. En efecto, en canchas de pasto el juego es mucho más lento. También los patines encuentran mayores dificultades.

EFECTOS DE LA FRICCIÓN

Dos son los efectos más importantes de la fricción:

- El calor producido (con la consiguiente disminución de la energía útil). En todo rozamiento se genera calor.
- El desgaste. Las superficies en contacto pierden gradualmente sus asperezas y quedan finalmente lisas. Por ello, la fricción será cada vez menor.

3.3.2

Pero. . . ¿es deseable que no haya fricción? Veamos:

DESVENTAJAS

La fricción ocasiona *desgastes* en las suelas de los zapatos, la ropa, las piezas de la maquinaria; en fin, todo lo que se mueve se gasta.

La fricción ocasiona pérdida de *energía útil:* un automóvil consume más gasolina en una carrera rugosa y un trabajador se cansa más al empujar un bulto sobre una superficie áspera.

La fricción genera *calor:* las máquinas se calientan, se funden, se "desbielan" y el ambiente sufre una "contaminación térmica".

VENTAJAS

Pero, a veces esos mismos efectos son deseables y podemos aprovecharlos.

El *desgaste* a veces es provocado: cuando pulimos nuestros trabajos con papel de lija, por ejemplo. Así se logra el terso acabado de los muebles, las joyas, la herrería, etcétera.

La pérdida de *energía útil* es necesaria cuando deseamos detener un movimiento: los frenos, desviaciones, paracaídas y rampas para detener automóviles desbocados son ejemplos de ello.

El *calor* producido es útil cuando se sabe aprovechar. Nos frotamos las manos para quitarnos el frío; mediante el frotamiento de dos objetos (palos, cerillos) se llega a producir fuego.

Pero, sobre todo, si no fuese por la fricción, sería imposible producir, controlar y detener el movimiento.

Escaneado con CamScanner

¿Te imaginas lo que le pasaría a un automóvil que se deslizara sobre hielo, con las llantas lisas? Ese automóvil no tendría, prácticamente, fricción contra el piso.

Para empezar, no podría ponerse en movimiento: las llantas patinarían como en arena suelta y no habría avance por faltar el apoyo que prestan las irregularidades.

Si logra arrancar, no podría ser conducido. La dirección no obedecería, sino que por la inercia el automóvil se movería en línea recta y los virajes causarían "patinazos", "trompos", volteretas, sin lograr cambiar la dirección del movimiento.

Por último, si a pesar de todo el automóvil lograse llegar a su destino. . . ¡no podría detenerse! Al frenar, patinaría y seguiría hacia adelante, como lo sabe todo imprudente que circula con llantas lisas.

Trata de caminar con suelas lisas y en mosaico húmedo (hazlo con mucho cuidado) y experimentarás todas esas dificultades.

¿Puedes iniciar tu caminata con facilidad?

¿Puedes detenerte?

¿Puedes conservar el equilibrio?

¿Puedes cambiar de dirección?

Las respuestas a estas preguntas no son completamente negativas, debido a que la fricción no puede suprimirse del todo: por pulidas que estén las superficies, siempre quedarán asperezas que permitirán algún apoyo al movimiento.

Así pues, la fricción puede ser favorable o desfavorable, según los fines que persigamos. Cuando se desea suavizarla, esto se logra de dos maneras:

LUBRICACION

- Puliendo las superficies en contacto.
- Usando lubricantes (agua, aceite, grasa, jabón), los cuales al llenar las oquedades dejan una superficie tersa.

Ejercicios

Escribe una *U* (útil) o *D* (desfavorable) en los paréntesis de la izquierda, según la naturaleza de la fricción en cada caso. Además, escribe *A* (áspera) o *L* (lisa) en los paréntesis de la derecha para indicar cómo deberán ser las superficies en contacto.

(U) La parte donde se encienden los cerillos (A)

(U) Las llantas de un automóvil (A)

(D) El eje de las llantas del automóvil (L)

(U) El disco de una pulidora (A)

(U) Las suelas de los zapatos de un tenista (A)

(D) Las articulaciones de una máquina (L)

(D) Las piezas del motor de un refrigerador (L)

(U) El freno de un volante (A)

MOVIMIENTO

3.4.1 En el vagón de un tren que corre velozmente, todos los pasajeros se han quedado dormidos. La vía es tan recta y lisa que no se siente vibración alguna ni fuerza de inercia.

- ¡Qué inmóviles nos encontramos! —exclama de pronto uno de ellos.
- ¿Inmóviles? —responde otro pasajero, bostezando—. ¡Pero si vamos a 120 km por hora!

Escaneado con CamScanner

- Bueno. . . —balbucea el primero—. Quiero decir que. . . aquí dentro. . .
- Entiendo —contesta el segundo, al tiempo que el tren se detiene en una estación—. Ahora sí estamos inmóviles.
- Me toca ahora a mí el desquite —afirma el primero sonriendo—. No estamos inmóviles.
- Pero. . . el tren se ha detenido.
- ¿Olvida usted que vivimos en un planeta que es un tren mucho más veloz que éste? Se mueve en el espacio a una tremenda velocidad, gira en torno a su eje, alrededor del Sol, y lo acompaña en su viaje con rumbo a la constelación de Lira. . . No hay huracán, remolino, avión más rápido que este caos en que viajamos.
- Tiene usted razón —admite el interlocutor. Reflexiona en el significado de esta discusión. En el fondo, no tiene sentido hablar de *movimiento* ni *inmovilidad*, a no ser que se defina en relación con algo. Los pasajeros se encuentran inmóviles en relación con el tren, sus muebles, sus paredes. Pero tanto tren como pasajeros están en movimiento en relación con los bosques y campos vecinos. Y más aún, pasajeros, tren y ciudades se encuentran en movimiento en relación con las estrellas y planetas.

El movimiento es siempre *relativo*, puesto que hay que definirlo en relación con otros objetos.

Sistema de referencia

> Al conjunto de objetos en relación con los cuales se define el movimiento se le llama *sistema de referencia*.

Así, cuando el primer pasajero comentó que estaba inmóvil, quiso decir que, en relación con un sistema de referencia del interior del vagón, no cambiaban las distancias a las ventanillas, los asientos, el piso, las maletas.

El segundo pasajero se refirió a los árboles, rocas y ciudades como sistemas de referencia.

Y en su última intervención, el primer pasajero cambió su sistema de referencia por uno formado por planetas y estrellas.

En cada caso, se tiene razón al afirmar que hay movimiento o que éste no existe. Todo es cuestión del sistema de referencia que se elija.

Movimiento relativo

> De un cuerpo se dice que está en movimiento (relativo) en relación con un sistema de referencia cuando cambia una o varias de sus distancias a los puntos del sistema.

Movimiento absoluto

> Se llama movimiento absoluto al que no se refiere a un sistema dado, sino al espacio en sí.

3.4.2

La Física moderna ha descartado este concepto: no existe el movimiento absoluto. Todo movimiento es, pues, relativo a un sistema previamente descrito o tácito.

Respecto a un movimiento, es de interés describir los siguientes elementos que lo determinan:

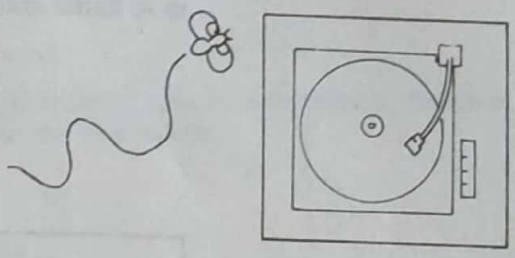
Escaneado con CamScanner

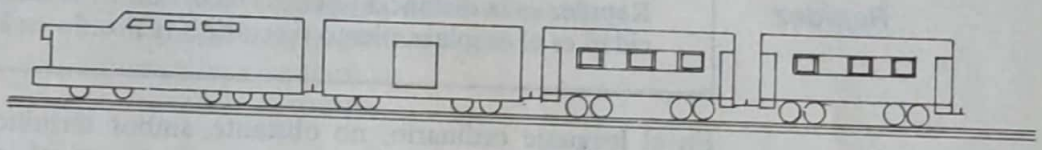
Trayectoria

Se llama *trayectoria* al conjunto de todas las posiciones que ocupa el móvil durante el movimiento. La trayectoria es la línea que describe al móvil. La longitud de ésta es la distancia recorrida.

Observa la trayectoria de los diversos objetos en movimiento (móviles): el vuelo de una mosca, el giro regular de un disco o el desplazamiento rectilíneo de un tren en la llanura.

Son particularmente interesantes los movimientos:





Movimientos

Rectilíneo, en el que el móvil se desplaza en línea recta.
Circular, cuando la trayectoria es una circunferencia.

También es interesante hablar de la relación que existe entre la distancia recorrida y el tiempo empleado en recorrerla.

Movimiento uniforme

Cuando un móvil avanza de tal modo que en cada lapso (periodo de tiempo) igual recorre la misma distancia, se dice que el movimiento es uniforme.

Es difícil encontrar un ejemplo de movimiento uniforme. Tendrías que pensar en un automóvil que no acelere, ni frene en ningún momento, ni que se detenga. O un corredor que no se canse ni se esfuerce por rebasar a sus competidores. En fin, un movimiento tal que se recorran "distancias iguales en tiempos iguales".

Velocidad

Cuando un movimiento es uniforme, se llama *velocidad* a la distancia recorrida en la unidad de tiempo.

Así, si el tren de Iguala recorre en 5 horas los 300 km que tiene de longitud su vía, decimos que su velocidad fue de 60 km/hora (es decir, que recorre 60 km en cada hora). Esto solamente si el movimiento fue uniforme.

Como vemos, la velocidad se calcula dividiendo la distancia recorrida entre el número de unidades de tiempo:

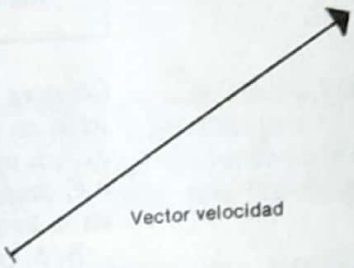
Fórmula

$$v = \frac{d}{t} \qquad \text{(velocidad = distancia} \div \text{tiempo)}$$

Escaneado con CamScanner

A menudo se asocia a la velocidad la idea de dirección, puesto que para saber en dónde se encuentra el móvil en determinado momento no es suficiente saber que avanzaba 10 metros por segundo (por ejemplo), sino que también tendría que especificar en qué dirección.

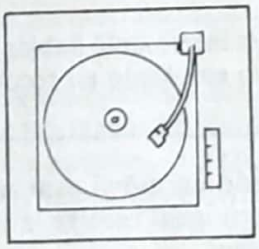
Así considerada, la velocidad se transforma en un vector. A su valor absoluto se le llama entonces rapidez.



Rapidez

> Rapidez es la distancia (escalar) recorrida en la unidad de tiempo; velocidad es el desplazamiento (vectorial) realizado en la unidad de tiempo.

En el lenguaje ordinario, no obstante, ambos términos se usan como sinónimos. Así lo haremos nosotros, hasta que en cursos más avanzados podamos realizar cálculos con vectores.



Movimiento circular

> En el *movimiento circular,* como el que realizamos al acompañar a nuestro planeta en su movimiento de rotación, los móviles describen trayectorias circulares; es decir, circunferencias.

En un movimiento circular, la velocidad puede expresarse en unidades de longitud/tiempo, o bien en número de revoluciones/tiempo.

El primer caso es similar al de movimiento rectilíneo: es la distancia recorrida en la unidad de tiempo.

Un disco musical o un motor tienen también una velocidad dada en "revoluciones por minuto": es el número de vueltas que da uno de sus puntos en la unidad de tiempo.

Así, en un disco de 45 rpm (revoluciones por minuto), una mosca parada en él daría en un minuto 45 vueltas en torno a su eje.

Nuestro planeta tiene una velocidad de 1 rpd (una revolución por día).

Escaneado con CamScanner

¿Te parece lenta la Tierra?

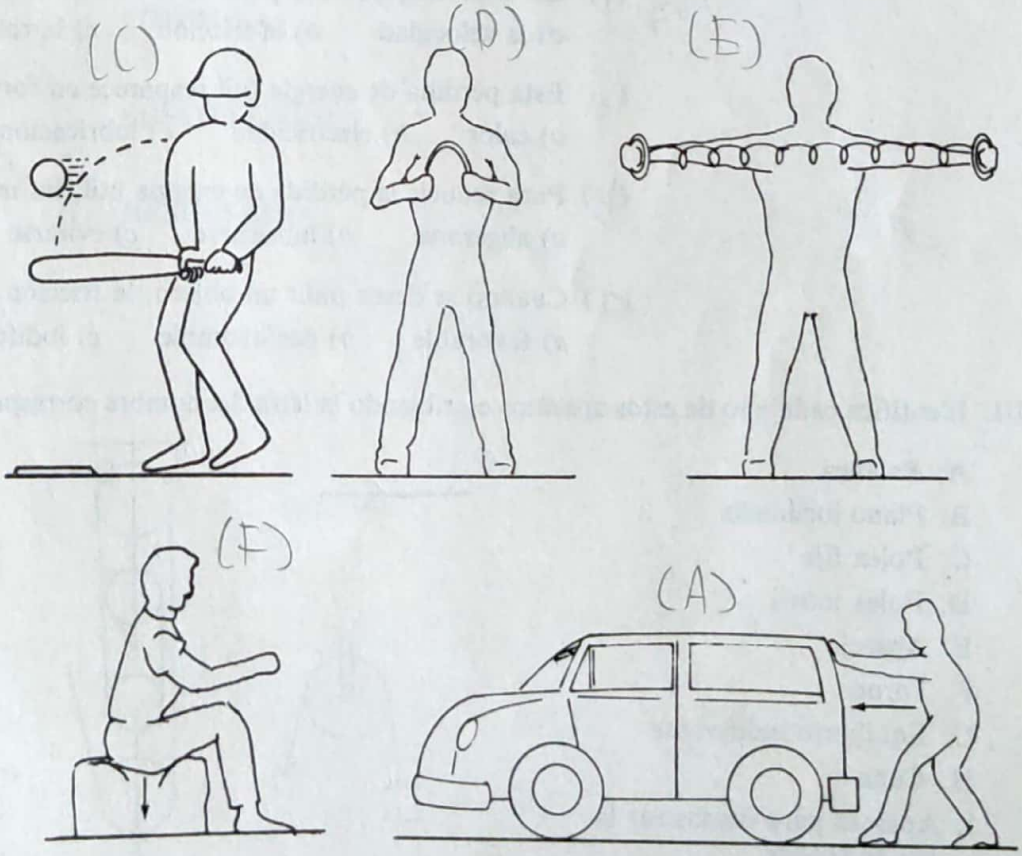
¡Piensa que esa revolución mide, en el Ecuador, 40 000 km, aproximadamente!

En términos de longitudes, ¿puedes calcular a cuántos kilómetros por hora viajamos al seguir la rotación de la Tierra?

CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN

I. Escribiendo la letra en el paréntesis correspondiente a cada cuadro, indica el efecto ue produce la fuerza marcada con una flecha:

A. Producir un movimiento
B. Acelerar o retardar el movimiento
C. Cambiar la dirección del movimiento
D. Producir una presión
E. Producir una tensión
F. Deformar al cuerpo



II. Escribe en el paréntesis la letra del complemento correcto para cada enunciado.

( ) El valor cuantitativo o medible de una fuerza se llama:

a) velocidad *b*) dirección *c*) intensidad *d*) sentido

Escaneado con CamScanner

( ) Para representar una fuerza gráficamente se utilizan segmentos dirigidos, llamados:

a) vectores *b*) líneas *c*) gráficas *d*) flechas

( ) La ley de Hooke establece que las deformaciones producidas son proporcionales (dentro de los límites de elasticidad) a:

a) las fuerzas *b*) la elasticidad *c*) la energía *d*) el volumen

( ) El momento de una fuerza tiene por fórmula:

a) fuerza por distancia *b*) volumen por peso específico
c) distancia entre tiempo *d*) brazo por intensidad

( ) El punto en el que parece concentrarse la acción del peso de un cuerpo es el:

a) centro de gravedad *b*) punto de aplicación *c*) circuncentro

( ) Una palanca es del primer género cuando el punto que está entre los otros dos es el de:

a) potencia *b*) resistencia *c*) apoyo *d*) gravedad

( ) En toda máquina hay pérdida de energía útil debida a:

a) la velocidad *b*) la fricción *c*) la rotación *d*) la gravedad

( ) Esta pérdida de energía útil reaparece en forma de:

a) calor *b*) electricidad *c*) lubricación *d*) deslizamiento

( ) Para reducir la pérdida de energía útil, las máquinas deben:

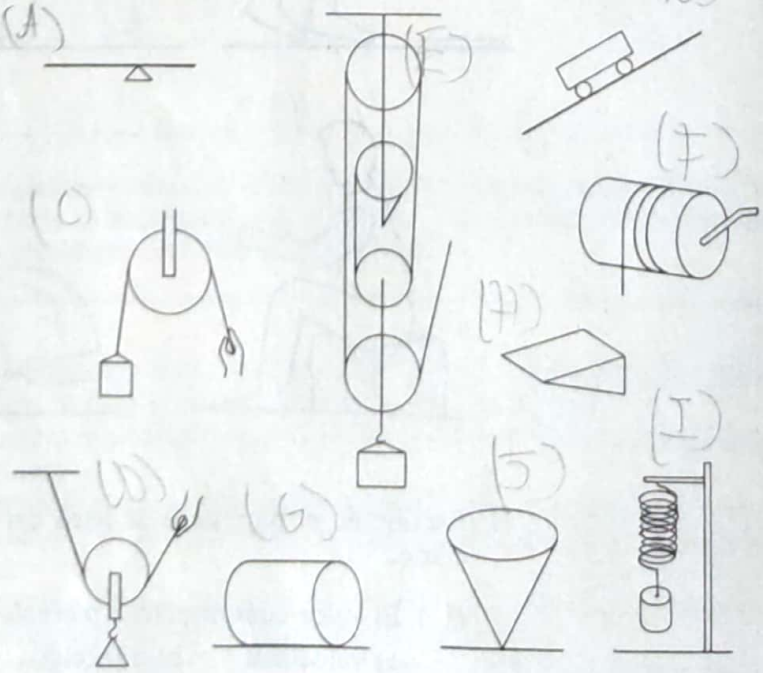
a) aligerarse *b*) lubricarse *c*) evitarse *d*) complicarse

( ) Cuando se desea pulir un objeto, la fricción es:

a) favorable *b*) desfavorable *c*) indiferente

III. Identifica cada uno de estos aparatos escribiendo la letra del nombre correspondiente:

A. Palanca
B. Plano inclinado
C. Polea fija
D. Polea móvil
E. Aparejo
F. Torno
G. Equilibrio indiferente
H. Cuña
I. Aparato para demostrar la ley de Hooke
J. Equilibrio inestable

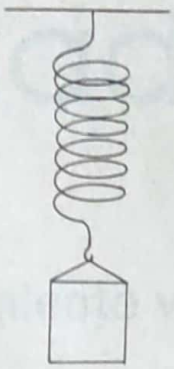


Escaneado con CamScanner

IV. Resuelve los siguientes problemas:

12mm / 2kg = 6mm / 1kg

1. Un resorte se alargó 12 mm cuando se le colgó un peso de 2 kg ¿qué alargamiento sufriría si se le cuelga un peso de 0.5 kg?



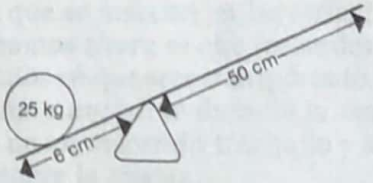
FÓRMULA: $\frac{F_1}{d_1} = \frac{F_2}{d_2}$

6mm 1kg
3mm = ? 0.5kg

SUSTITUCIÓN:

RESULTADO: 3mm

2. ¿Qué fuerza se requerirá para mover una piedra de 25 kg mediante la palanca dibujada en la figura?



FÓRMULA:

25
x 6
150 kg·cm

SUSTITUCIÓN:

RESULTADO: 3kg

50 m
x 3
150

Escaneado con CamScanner

unidad 4

Movimiento variado

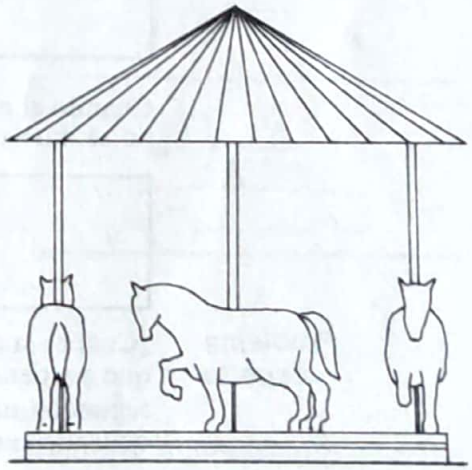
4.1.1 ¿Has subido a algunos juegos mecánicos de los que se instalan en las ferias?

Indudablemente que sí. Pues bien, lo que deseamos ahora es que recuerdes cómo es la velocidad a la que se desplazan los vehículos en que eres transportado. En "carruseles" o "caballitos", la velocidad es lenta y *uniforme* durante la mayor parte del viaje. En este movimiento disfrutamos de un recorrido tranquilo y apacible, sin sobresaltos, porque la velocidad es siempre la misma.

En cambio, en el "látigo", en la "montaña rusa" o el "ratón mecánico" y otros juegos afines la situación es diferente:

Somos violentamente impulsados hacia uno y otro lados, a veces con suavidad y a veces con gran rapidez. El pasajero sufre frecuentes vértigos y sobresaltos.

Cada una de nuestras angustias de esos momentos es efecto de la *aceleración.*



Igualmente, un viaje en avión, tren, automóvil, barco y otros vehículos es tranquilo cuando es uniforme y rectilíneo: no se sienten sacudidas ni sobresaltos.

En cambio, cuando se producen aceleraciones sentimos sacudidas y empujones como si una fuerza nos agitara: un enfrenazo, un arrancón, una curva cerrada, un bache, y no digamos un choque, nos harán desplazarnos con mayor o menor violencia.

Todo eso es el efecto de la aceleración, pero. . . ¿qué es la aceleración?

ACELERACION

Aceleración es todo cambio (en la unidad de tiempo) de la velocidad o la dirección de un movimiento.

Por ejemplo, si un automóvil va a 60 km/h y en un momento dado el conductor decide acelerar hasta llegar a 100 km/h, podemos decir que realizó un cambio de + 40 km/h. El cambio fue positivo, dado que la velocidad aumentó.

Pero habrás observado que los cambios de velocidad no son instantáneos. El automóvil no salta de inmediato hasta los 100 km/h, sino que la aguja del velocímetro va desplazándose gradualmente hacia la nueva velocidad con mayor o menor lentitud, según la energía con la que se pisa el acelerador. Digamos que

Escaneado con CamScanner

transcurrieron 5 segundos antes que la aguja del velocímetro pasara de 60 a 100. Si la aceleración fue constante, entonces en cada segundo el aumento fue de 8 km/h. Ésa es la aceleración: 8 km/h en cada segundo.

Aceleración = 8 km/h por segundo transcurrido.

En el cuadro de la derecha vemos cómo se registró el aumento de la velocidad, cronómetro en mano:

TIEMPO (seg)	VELOCIDAD (km/h)
0	60
1	68
2	76
3	84
4	92
5	100

4.1.2 Concluyamos nuestras observaciones estableciendo una fórmula para la aceleración:

Fórmula de aceleración

$$\text{aceleración} = \frac{\text{velocidad final - velocidad inicial}}{\text{tiempo}}$$

$$a = \frac{v_f - v_i}{t}$$

Cuando el móvil parte del reposo, su velocidad inicial es igual a cero, puesto que no se mueve, y entonces la fórmula de la aceleración se reduce a:

$$\text{aceleración} = \frac{\text{velocidad final}}{\text{tiempo}} \qquad a = \frac{v}{t}$$

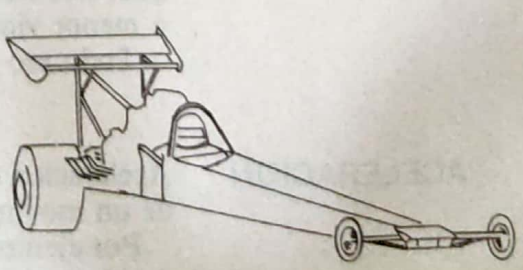
Problema resuelto

¿Cuál es la aceleración de un "dragster" que partiendo del reposo alcanza en 10 segundos una velocidad de 450 km/h, equivalentes a 125 m/seg?

Solución

Aplicando la fórmula tendremos:

$$a = \frac{125 \text{ m/seg}}{10 \text{ seg}} = 12.5 \text{ m/seg} \times \text{seg}$$



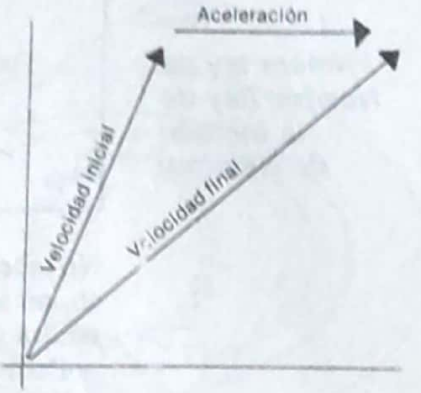
UNIDADES DE ACELERACIÓN

Esto es: la aceleración es de 12.5 m/seg en cada segundo. Las unidades de aceleración llevan dos unidades de tiempo: km/h × seg o m/seg × seg. Esta última es la unidad en el SI.
También se escribe así: m/seg^2.

Escaneado con CamScanner

Cuando en la velocidad se incluye la dirección, tanto aquélla como la aceleración resultan ser vectores, pero no desarrollaremos por ahora esta idea.

Basta decir que un simple cambio en la dirección de un movimiento es ya una aceleración, aun cuando no se modifique la rapidez.

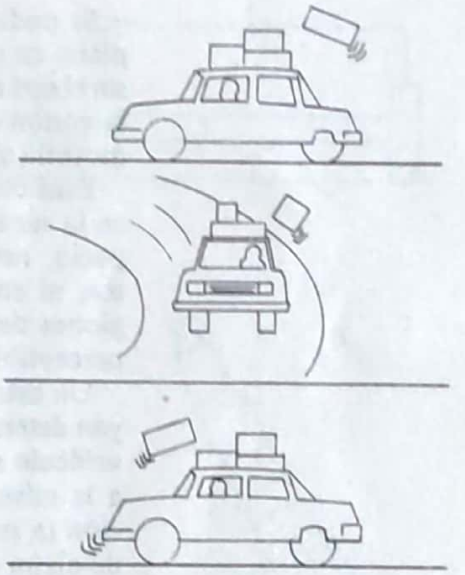


LEYES DE NEWTON

4.2.1

¿Cuáles son los efectos de la aceleración?

Isaac Newton estableció tres leyes para definirlos. Seguramente los habrás observado durante cualquier viaje.



- En un arranque imprevisto los pasajeros y el equipo tienden a caer hacia atrás, como si prefiriesen quedarse en su lugar de origen.

- En una curva cerrada, el equipaje y los pasajeros tienden a continuar su trayectoria en línea recta. El automóvil mismo puede salirse de la carretera, lo cual ocurrirá si va a una velocidad excesiva.

- Cuando se frena bruscamente, los pasajeros y el equipaje tienden a caer hacia adelante, como si prefiriesen continuar su movimiento.

En fin, durante un viaje tenemos que estar preparados constantemente para enfrentar a una fuerza que nos impulsa a:

—Quedarnos quietos cuando estamos inmóviles.
—Conservar nuestra velocidad cuando estamos en movimiento.
—Conservar la dirección de nuestro movimiento.

Esa fuerza se llama *inercia* y de ella hablamos en la unidad 2.

Recordemos:

Inercia

> Inercia es la tendencia que tienen los cuerpos a conservar su estado de reposo o de movimiento uniforme y rectilíneo.

Escaneado con CamScanner

Primera ley de Newton (ley de la inercia) de Newton)

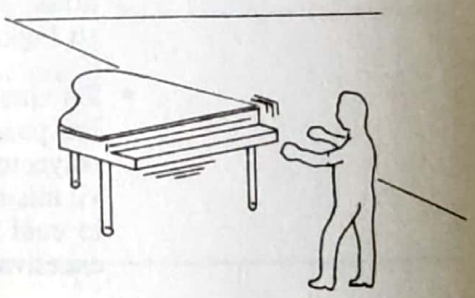
> Todo cuerpo tiende a conservar su estado de reposo o de movimiento uniforme y rectilíneo, a menos que una fuerza lo obligue a modificar esos estados.

No tenemos dificultad en comprender la primera parte: si una piedra está en reposo, no se moverá sino hasta que llegue algo o alguien a empujarla. Alguna fuerza tendrá que actuar para llegar a producirle un movimiento.

Pero estamos acostumbrados a creer que, para que un cuerpo conserve su movimiento, se necesita que la fuerza siga actuando. Por ejemplo, un automóvil sin gasolina (que proporciona la fuerza) acaba por detenerse. Un mueble se detiene en cuanto dejamos de empujarlo.

¿Contradicen estas consideraciones a la ley de inercia? No. Lo que ocurre es que estamos rodeados de fuerzas que tienden a detener los movimientos: la fricción, la resistencia del aire y la fuerza de gravedad son las principales.

Si pudiésemos dar un empujón a un piano en un piso completamente pulido, sin el aire de la atmósfera que lo frene y sin la acción de la gravedad. . . ¡el piano se movería sin detenerse nunca!

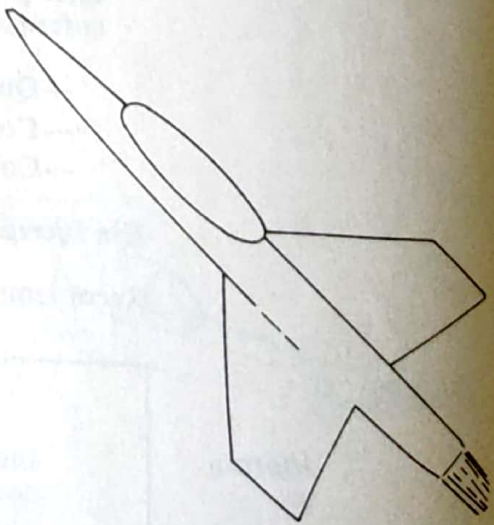


Esas condiciones, imposibles de lograr en la superficie terrestre, se dan en el espacio: no hay atmósfera, ni rozamientos, ni en cierto modo y en algunas regiones del espacio fuerzas de gravedad perceptibles.

Un astronauta sabe que aunque se hayan detenido los motores de su cohete, el vehículo se moverá eternamente: siempre a la misma velocidad y la misma dirección (a menos que lo desvíe la gravedad de algún astro).

Los astros mismos se mueven uniformemente cuando las fuerzas de gravedad no se hacen sentir.

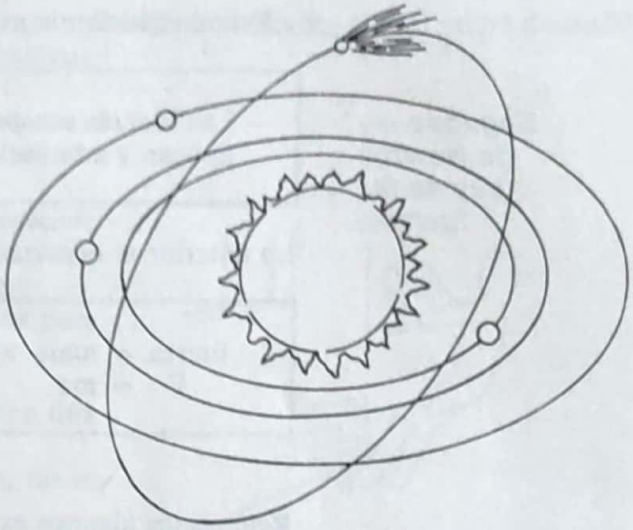
Hechas estas reflexiones, declaramos universalmente válida la primera ley de Newton, o ley de la inercia.



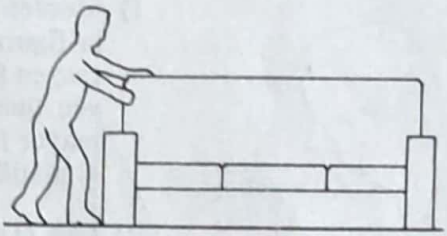
4.2.2 A la ley de la inercia sigue la segunda ley de Newton: la ley de las fuerzas.

Siempre será necesaria una fuerza para producir un cambio en la dirección o la rapidez de los móviles. Pero. . . ¿de qué magnitud deberá ser la fuerza empleada?

Escaneado con CamScanner

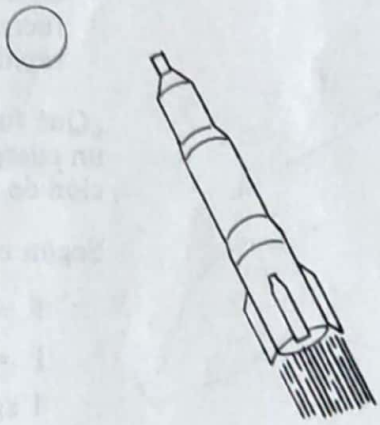


Trata de mover los muebles de tu casa: las sillas, el sillón, la mesa, la cama. . . ¿Cuándo necesitas emplear mayor fuerza?



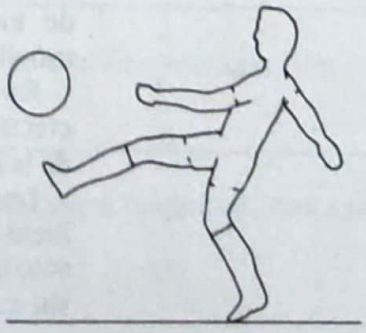
Se necesitará más fuerza cuanto mayor sea el peso (o mejor dicho, la masa) de los cuerpos.

Aun en el espacio exterior, donde el peso no es ya perceptible, se necesita fuerza para cambiar el movimiento de los cuerpos: desviar la ruta, frenar, acelerar. Y esa fuerza será mayor cuanto más grande sea la masa, aun cuando el peso haya desaparecido.



Pero también hay que considerar un segundo factor: golpeen con el pie un balón con todas sus fuerzas: ¿cómo sale despedido el balón?

Seguramente observarán que los menos fuertes producen tiros débiles: el balón se desplaza lentamente; en cambio, los más fuertes producen tiros potentes que hacen que el balón se mueva a gran velocidad.



En conclusión, dos son los factores que determinan la cantidad de fuerza que hay que emplear:

- La masa del cuerpo.
- La aceleración que se desea conseguir.

Escaneado con CamScanner

Esta conclusión la expresamos así:

Segunda ley de Newton (Ley de las fuerzas)

> Las fuerzas son proporcionales a las masas de los cuerpos a las que se aplican y a la aceleración que les producen.

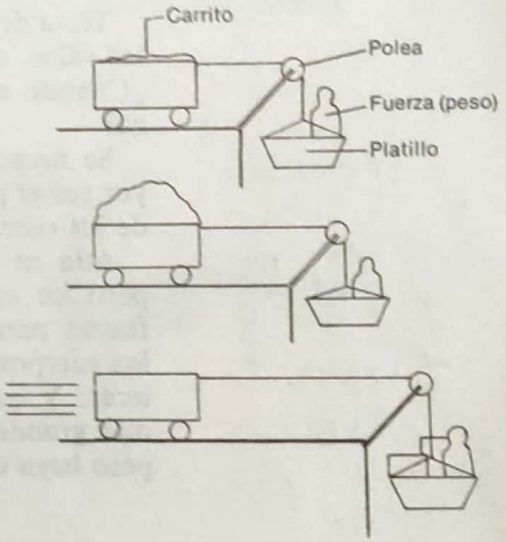
Lo anterior se expresa así en el lenguaje de las fórmulas:

$$\text{fuerza} = \text{masa} \times \text{aceleración}$$
$$F = ma$$

Realicemos algunos experimentos para verificar esta ley:

1) Monten un carrito como se ilustra en la figura. Pongan en él arena, canicas; en fin, aumenten la masa. Observen que cuanto mayor sea la masa, mayor fuerza (peso) debe aplicarse en el platillo para lograr el movimiento.

2) Con el carrito liviano, coloquen fuerzas cada vez mayores en el platillo. Observen que, cuanto mayor sea la fuerza, el carrito se moverá con más rapidez.



¿Qué fuerza se necesita para imprimir a un cuerpo de 5 kg de masa una aceleración de 20 m/s²?

Según nuestra fórmula:

$$F = m \times a$$
$$F = 5 \times 20 = 100$$
$$1 \text{ kgm/s}^2 = 1 \text{ Newton}$$

Son 100 kgm/s², o sea 100 newtons.

4.2.3 Hay que considerar aún una tercera ley de Newton. Hasta ahora hemos hablado de los efectos que se producen en un móvil cuando se aplica una fuerza.

En seguida destacamos un curioso efecto que se produce sobre el *portador* de la fuerza, efecto que se llama *reacción*.

Imagina que has caído en una pista de hielo y que no logras salir. Tus esfuerzos sólo conducen a resbalones y más caídas, sin que logres avanzar casi nada. ¿Cómo podrías salir?

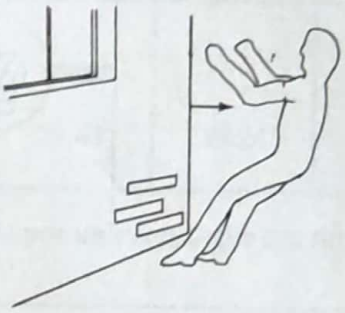
Escaneado con CamScanner

La solución es: empuja con fuerza algún objeto cercano, el cual saldrá despedido en la dirección en que lo impulsaste.

¡Pero tú también te moverás, como si el objeto te hubiese empujado en sentido contrario!

El empujón que recibiste es la reacción: el portador de una fuerza siempre recibe un empujón en sentido contrario.

Muchas acciones puedes realizar para verificar este efecto:



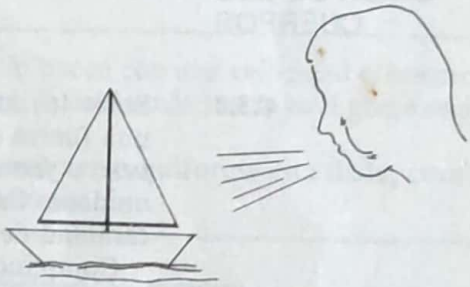
Ejemplo

Colócate con los pies juntos frente a una pared y dale un fuerte empujón.

La pared, por su enorme masa, no se moverá perceptiblemente, pero. . .

¿qué te ocurrió a ti?

¡La pared te dio un empujón igualmente fuerte y saliste despedido hacia atrás! O bien sopla a un barquito de papel para impulsarlo.



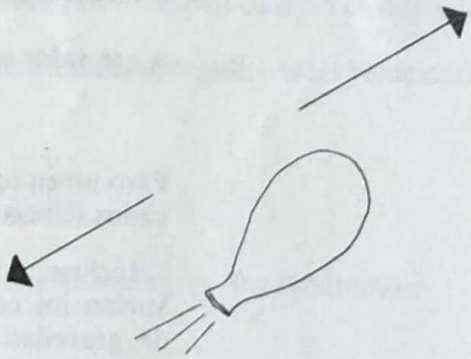
¿Se puede decir que también el barquito te empujó?

Aparentemente no, pero lo que pasa es que tú eres demasiado pesado como para que un soplido te mueva.

Experimento

Vamos a hacer este experimento para que sea un objeto liviano el que produzca el soplo.

Infla un globo. En un momento dado, suéltalo para que produzca un soplo al salir el aire encerrado: ¿Qué ocurre? Que el globo sale disparado como si a su vez hubiese sido soplado en sentido contrario.



Reacción

> Se llama *reacción* la fuerza con que un cuerpo responde a otra fuerza que es ejercida sobre él.

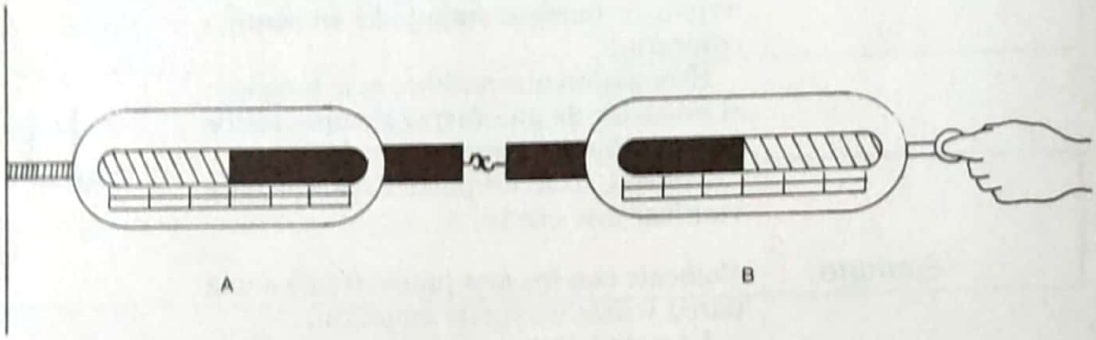
Tercera ley de Newton (ley de la acción y la reacción)

> Siempre que se produce una fuerza, se produce también una reacción igual en magnitud y de sentido contrario.

Para comprobar que la acción y la reacción tienen la misma magnitud, basta usar un par de dinamómetros en el siguiente montaje:

Escaneado con CamScanner

Tira de la pared con cierta intensidad de fuerza, que registrará el dinamómetro B. Observa que el dinamómetro A registrará también la misma intensidad: ¡La pared está tirando de ti!



CAÍDA DE LOS CUERPOS

4.3.1 Sobre los cuerpos que se encuentran en las proximidades de nuestro planeta, actúa una fuerza que tiende a atraerlos hacia el centro del planeta. Esa fuerza se llama *peso* o *fuerza de gravedad.* La fuerza de gravedad se mide en *kilogramos-peso,* unidades llamadas así para diferenciarlas de los kilogramos-masa, que miden la cantidad de materia de un cuerpo.

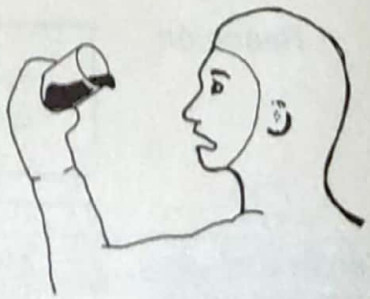
Como todas las fuerzas, la de gravedad comunica *una aceleración* a los cuerpos abandonados en las proximidades del planeta. Se ha medido la aceleración producida por la gravedad y se encontró que es la misma para todos los cuerpos y que al nivel del mar y a 45° de latitud, vale 9.8 m/seg².

A ese valor se le llama aceleración producida por la gravedad.

$$g = 9.81 \text{ m/seg}^2$$

Pero no en todos los lugares del planeta es igual la aceleración. En los lugares elevados (cimas de montañas, grandes altitudes, etc.), la aceleración es menor.

Incluso, a las grandes distancias a que vuelan los cohetes espaciales, la fuerza de gravedad llega a ser prácticamente inapreciable o fácil de contrarrestar mediante otras fuerzas (la inercia, por ejemplo). Entonces se da el caso de que los cuerpos no pesan: objetos y astronautas pueden quedar flotando, suspendidos en el interior de su nave. No pueden siquiera beber líquidos mediante los procedimientos comunes, porque los líquidos no descienden de los frascos.



En general, nada cae pues la gravedad de hecho es cero. (En la ciudad de México, la aceleración g es de 9.78 m/seg².) Quiere esto decir que cuando un cuerpo es abandonado en el espacio, su velocidad en dirección al centro de la Tierra aumenta a razón de 9.81 m/seg en cada segundo.

Escaneado con CamScanner

Si el cuerpo parte del reposo, caerá con velocidad creciente de acuerdo con la siguiente tabla:

SEGUNDOS DE CAÍDA	1	2	3	4	5
Velocidad alcanzada (m/s)	9.81	19.62	29.43	39.24	49.05

En general, la fórmula de la velocidad alcanzada por un cuerpo que cae por la sola fuerza de la gravedad es:

$$v = gt \quad \text{(velocidad = aceleración} \times \text{tiempo)}$$

Habrás observado que los cuerpos que caen lo hacen con una velocidad creciente. A eso se debe que cuando mayor sea la altura, la caída más fuerte es el golpe recibido al llegar al suelo.

La distancia recorrida por un móvil en movimiento uniforme está dada, como ya vimos en la unidad 3, por la siguiente fórmula:

$$d = vt \quad \text{(distancia = velocidad} \times \text{tiempo)}$$

Pero. . . ¿cómo calcular la distancia recorrida por un móvil cuando la velocidad cambia constantemente?

Se nos ocurre que se podría usar como velocidad el promedio de las velocidades (inicial y final) del móvil.

Esto es, usar como velocidad $v = \frac{v_f + v_o}{2}$

Si el cuerpo parte del reposo, su velocidad inicial será $v_o = 0$ y tendremos:

$$v = \frac{v_f}{2}$$

Quiere decir que, a reserva de comprobar si nuestra hipótesis es válida, usaremos como velocidad la mitad de la velocidad alcanzada por el cuerpo en su etapa final.

Por otra parte, sabemos que la velocidad final alcanzada por un cuerpo que cae es:

$$v_f = gt$$

Así, la distancia recorrida por un cuerpo que cae será:

$$d = vt = \frac{v_f}{2} \qquad t = \frac{gt}{2} \qquad t = \frac{gt^2}{2}$$

En síntesis: $d = \frac{gt^2}{2}$

Escaneado con CamScanner

Por ejemplo, si para abreviar los cálculos consideramos que la aceleración g vale 10 m/seg², la fórmula será:

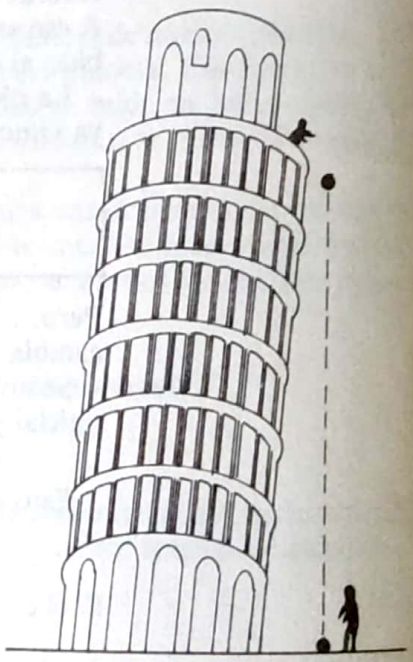
$$d = \frac{10\ t^2}{2} = 5\ t^2$$

Así, podremos hacer una tabla de las distancias recorridas por los cuerpos que caen y nos resultará como la de la derecha.

TIEMPO DE CAÍDA (seg)	ALTURA RECORRIDA (m)
0	0
1	5
2	20
3	45
4	80
5	125

Sólo nos resta verificar experimentalmente la validez de nuestras hipótesis: el cuerpo se mueve de acuerdo con la velocidad media.

Para ello, puedes hacer lo que Galileo Galilei (1564-1642), que dejaba caer piedras desde lo alto de la torre inclinada de Pisa, para comprobar que las distancias recorridas concordaban con las de su tabla.

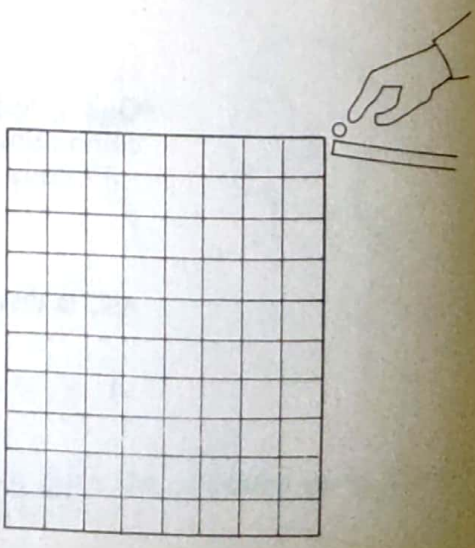


O puedes efectuar el siguiente experimento: compara los movimientos uniformes con los uniformemente acelerados.

En un movimiento uniforme, la velocidad es constante; no hay aumento ni disminución de ella; no hay pues, aceleración.

Una canica que rueda sobre una superficie pulimentada horizontal es un buen ejemplo de movimiento uniforme, aunque no demasiado ya que la canica acabará por detenerse debido al efecto de la fricción y la resistencia del aire, como vimos en la unidad anterior.

En cambio, una canica que rueda sobre una superficie inclinada es un ejemplo de movimiento uniformemente acelerado, aunque también aproximado por las mismas razones mencionadas en el párrafo anterior.



Escaneado con CamScanner

Prepara este dispositivo para combinar ambos movimientos. Necesitas:

- Una canica entintada.
- Una hoja grande de papel cuadriculado, sobre un tablero inclinado.
- Una regleta, que será la "rampa de lanzamiento".

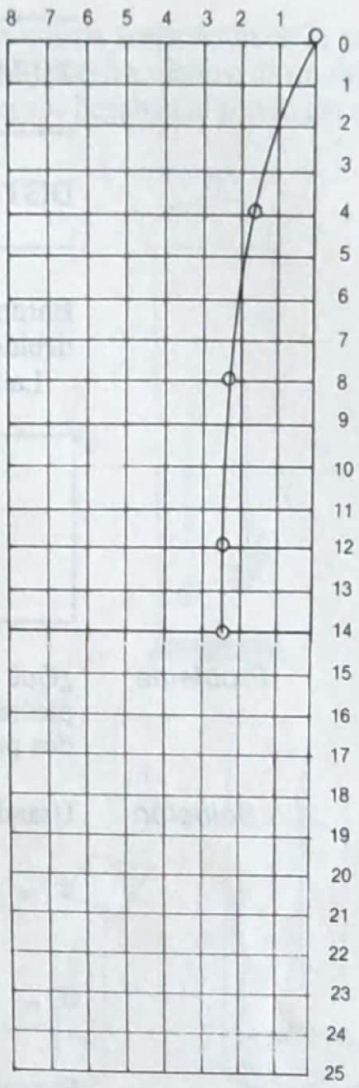
Coloca la canica en la rampa y dale un golpecito con el dedo, de modo que se deslice sobre el tabiero.

Tu golpe le proporcionará un movimiento uniforme horizontal. Pero la acción de la gravedad, actuando constantemente, le dará un movimiento vertical uniformemente acelerado.

Al combinar ambos movimientos, la canica rodará y la tinta marcará la trayectoria. Vamos a estudiar esa trayectoria, contando los cuadritos rayados en dirección horizontal para el movimiento uniforme y en dirección vertical para el movimiento uniformemente acelerado.

Consideremos como unidad de tiempo el que necesita la canica para recorrer 5 cuadritos en sentido horizontal.

La tabla que tendríamos para obtener el recorrido horizontal será:



TIEMPO	1	2	3	4	5
CUADROS	5	10	15	20	25

Ahora observemos el movimiento de descenso. ¿Cuántos cuadritos recorrió la canica en sentido vertical al terminar cada unidad de tiempo? Cuéntalos. Nosotros obtuvimos en nuestro experimento los valores que se dan en la siguiente tabla:

TIEMPO	1	2	3	4	5
CUADROS	2	8	18	32	50

Observa ahora que las distancias recorridas en sentido vertical pueden ser expresadas como producto de una constante multiplicada por los cuadrados de los tiempos empleados en recorrerlas:

Escaneado con CamScanner

TIEMPO	1	2	3	4	5
DISTANCIA VERTICAL	2×1^2	2×2^2	2×3^2	2×4^2	2×5^2

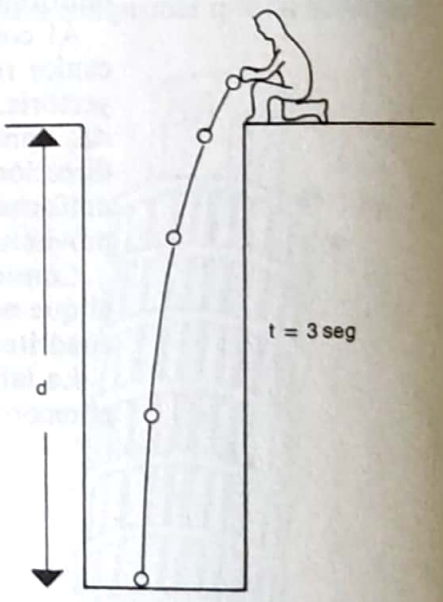
Entonces, nuestra fórmula funciona bien. Aquí, la aceleración es de 4 y no de 9.81 debido al rozamiento y a la inclinación del tablero.

La hipótesis queda verificada y tendremos la fórmula final:

$$d = \frac{gt^2}{2}$$

La distancia recorrida es igual a la mitad del producto de la aceleración por el cuadrado del tiempo

Problema ¿Qué profundidad tiene un pozo, si una piedra soltada en el borde tarda 3 segundos para llegar al fondo?

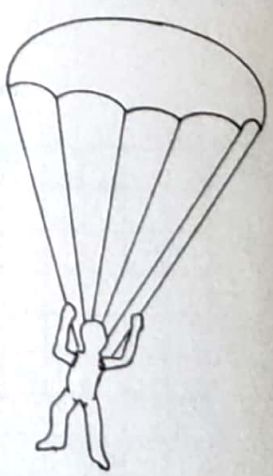


Solución Usando la fórmula, obtenemos:

$$d = \frac{gt}{2} \qquad g = 9.81 \qquad t = 3 \text{ seg}$$

$$d = \frac{9.81 \times 3 \times 3}{2} = \frac{88.29}{2} = 44.14$$

El pozo tiene un poco más de 44 m de profundidad. Tenemos que aclarar que la fórmula de la velocidad y, en consecuencia, la de la distancia recorrida no son exactas. Cuando un cuerpo se mueve dentro de la atmósfera, debe enfrentarse a la resistencia del aire. Esta resistencia es tanto mayor cuanto más alta es la velocidad. Así, habrás experimentado la intensa fuerza de resistencia del viento cuando viajas al aire libre en un camión que va a mucha velocidad.



La resistencia del aire es la que te impide rebasar cierta velocidad, por más esfuerzo que hagas cuando corres o por más que oprimas el acelerador cuando manejas. Tampoco la caída puede superar cierta velocidad. Si no se usa paracaídas se aprecia más la resistencia del aire y es tal que la velocidad nunca llega a ser de más de unos 10 m/seg, por mucho que dure la caída. Si el paracaidista había alcanzado una velocidad mayor, al abrir su aparato éste lo frenará hasta reducir la velocidad al valor dado.

Si bien en teoría los cuerpos caen con la misma aceleración, su velocidad es siempre menor y nunca sobrepasa un límite, debido a la resistencia del aire.

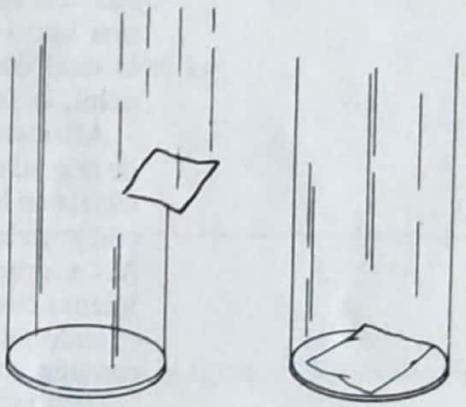
Escaneado con CamScanner

Newton demostró que todos los cuerpos tienen la misma aceleración de la gravedad haciendo caer balas, plumas, pedazos de papel, etcétera, dentro de un tubo al vacío. Probó que al eliminar el aire, todos los cuerpos llegaban al fondo del tubo en el mismo momento.

Haz estos experimentos:

1. Deja caer un trocito de papel y una moneda. ¿Cuál llegó primero al suelo? ¿Por qué?

2. Ahora deja caer la moneda, colocando sobre ella el trocito de papel. Observarás que ahora ambos llegan al suelo al mismo tiempo. ¿Por qué?



Estas observaciones tienden a explicar por qué, en la práctica, los cuerpos no caen con la misma rapidez, los frenan la resistencia y las corrientes de aire, sobre todo a los más ligeros y a los que presentan mucha superficie a la resistencia.

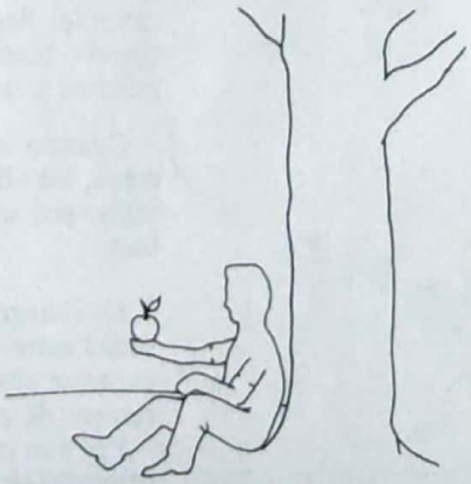
Por eso parece razonable suponer que los cuerpos pesados caen con mayor velocidad que los cuerpos ligeros; pero si logramos eliminar los factores que alteran la caída, podremos afirmar que:

Ley de caída de los cuerpos

> Los cuerpos que caen libremente en el vacío lo hacen con la misma aceleración.

LA GRAVITACIÓN UNIVERSAL

4.4.1



Isaac Newton, a quien se ha llamado "El gran legislador del universo", formuló la mayoría de las leyes de la Mecánica. Se cuenta que una vez, mientras descansaba al pie de un árbol, le cayó en la cabeza una manzana.

Desde ese momento reflexionó sobre la causa que había ocasionado la caída de la manzana, es decir, qué fuerza habría impulsado el movimiento.

A consecuencia de sus reflexiones, postuló que todos los cuerpos materiales que existen en el universo están ligados por una fuerza, que actúa a distancia y sin nexos visibles, pero que es como un resorte que tiende a unirlos entre sí.

Escaneado con CamScanner

A esta fuerza le dio el nombre de *gravitación universal.*

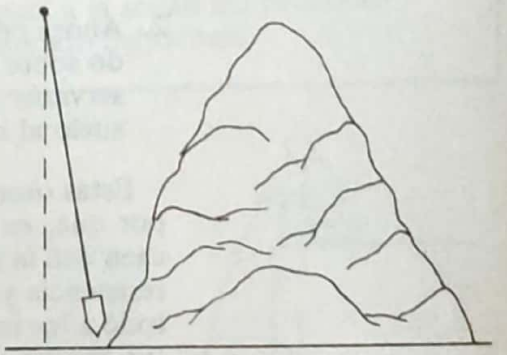
Gravitación universal

> La fuerza de gravitación universal hace que los cuerpos se atraigan entre sí, con tendencia a unirse.

Así, la Tierra y la manzana se atraen, por lo que esta última cae en dirección del centro del planeta. Podríamos preguntarnos:

¿Por qué entonces las manzanas, las piedras y animales y otras cosas no se atraen entre sí, reuniéndose para formar un solo racimo con todo cuanto existe disperso por ahí?

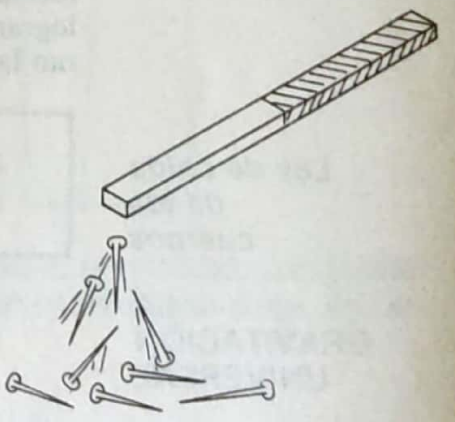
Porque la fuerza de gravedad es, en general, muy débil. Sólo es apreciable en las masas grandes de materia.



Una montaña, con ser tan grande, no nos hace desplomarnos sobre ella. Apenas con una plomada se puede apreciar una ligera desviación hacia la montaña, lo cual demuestra que, aunque es muy débil, la fuerza de atracción existe.

Afirmaremos entonces que la fuerza de gravedad es demasiado débil para percibirla en las masas pequeñas; es ya apreciable en las grandes masas como montañas y grandes rocas, y suficientemente intensa como para hacer caer los cuerpos cuando se trata de planetas, satélites y estrellas.

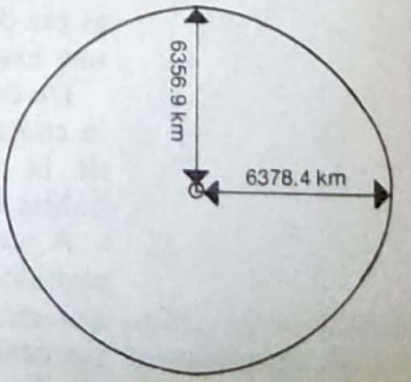
Otro factor que influye sobre la fuerza de gravitación es la distancia. Comparemos la fuerza de gravedad, muy débil, con otra mucho más poderosa: el magnetismo.



Toma un imán y acércalo a un puñado de alfileres. Observarás que a cierta distancia no se aprecia ningún efecto; acercándolo, llega a manifestarse el magnetismo o fuerza del imán en débiles movimientos y temblores de los alfileres.

Cuando el imán está suficientemente cerca, los alfileres saltan hacia él, impulsados por una fuerza de mayor intensidad.

De manera análoga, la fuerza de gravedad entre dos cuerpos será mayor cuanto menor sea la distancia que hay entre sus centros de gravedad.



Por ello (y por otra razón que después veremos) la fuerza de gravedad es mayor en los polos que en el ecuador. Como por la forma elipsoidal del planeta los

Escaneado con CamScanner

polos están más cerca del centro de gravedad que el ecuador, en ellos los objetos pesan más y caen con mayor aceleración (y mayor velocidad) que en la línea ecuatorial.

Se ha comprobado que la intensidad de la fuerza de gravedad está regulada por los factores *masa* y *distancia,* conforme a esta ley en la que Newton condensó sus reflexiones:

Ley de la gravitación universal

> Dos cuerpos se atraen con una fuerza que es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa.

La ley de gravitación universal se expresa matemáticamente mediante esta fórmula:

$$G = \frac{kMm}{d^2}$$

G: fuerza de gravedad

k: constante de gravedad = 6.67×10^{-11} $N \cdot m^2/kg^2$ en el SI.

M, m: masas de los dos cuerpos

d: distancia entre sus centros.

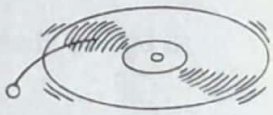
¿POR QUÉ NO SE CAE LA LUNA?

Pero aun podríamos expresar una duda:

¿Por qué, entonces, no se desploman sobre nosotros la Luna, el Sol y todos los astros suspendidos en el firmamento?

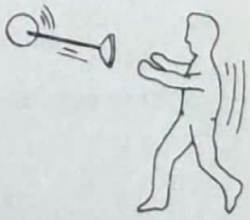
Antes de contestar esta pregunta te sugerimos que realices los siguientes experimentos:

1. En un disco que gira, coloca una canica. Saldrá despedida hacia el exterior, como si una fuerza la empujara.



2. Coge una cubeta llena de agua y hazla girar rápidamente en torno a tu hombro, en un plano vertical como se muestra en la figura adjunta. Notarás que el agua no se derrama, ni siquiera cuando el cubo está encima de tu cabeza.

3. Los atletas que practican el lanzamiento del martillo hacen girar ese aparato lo más rápidamente que pueden y al llegar al máximo de velocidad lo sueltan, con lo cual el martillo es arrojado a gran distancia.



En todos estos experimentos notaremos que parece como si se produjese una fuerza. A esa fuerza la llamaremos *fuerza centrífuga* y es consecuencia de la ley de inercia.

Escaneado con CamScanner

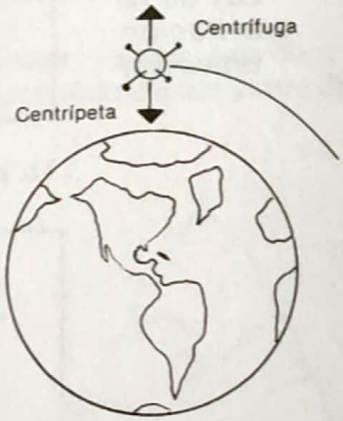
Fuerza centrífuga

Todo cuerpo que gira en torno a un punto adquiere una fueza llamada centrífuga que tiende a alejarlo del centro de rotación.

Al subirte a los juegos mecánicos o al ir en un automóvil que toma con rapidez una curva cerrada, seguramente habrás experimentado los efectos de esa fuerza que tiende a arrojarte con violencia fuera de la trayectoria que siguen.

Pues bien, la Luna no cae sobre la Tierra porque gira en torno a ésta y genera, en consecuencia, una fuerza centrífuga que tiende a alejarla de nuestro planeta.

El satélite, entonces, se mantiene en su órbita gracias a que se equilibran las dos fuerzas: La centrífuga, que tiende a alejarla del planeta, y la de gravedad (a la que, por oposición, se llama *centrípeta*) que tiende a acercarla.



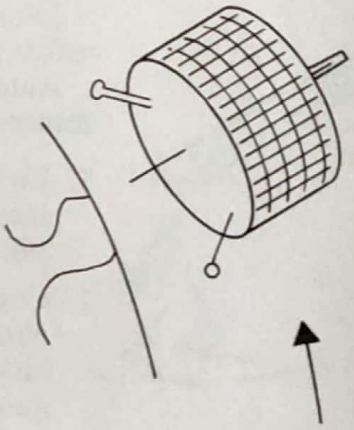
Fuerza centrípeta

Una fuerza se llama centrípeta cuando tiende a impulsar un cuerpo hacia el centro de otro.

Una explicación similar se daría para el sistema Tierra-Sol: la Tierra no cae sobre el Sol debido a que las fuerzas centrífuga y centrípeta se equilibran.

En general, los cuerpos que giran unos en torno a otros o en torno a un centro común no caen por la fuerza centrífuga que generan en su rotación.

Por ese mismo motivo los satélites artificiales no se desploman, aun cuando no tienen motor que los mantenga en el espacio; pero en cuanto pierdan velocidad, iniciarán su caída (la pérdida de velocidad ocurre por la fricción con las escasas moléculas de aire existentes en el espacio).



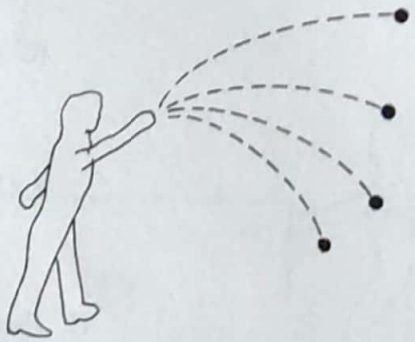
En cambio, los cuerpos errantes del espacio, como los cometas, asteroides y meteoritos, pueden caer sobre la Tierra y de hecho esto ya ha ocurrido en numerosas ocasiones.

Para concluir el tema, te invitamos a realizar estas observaciones. Arroja una piedra, cada vez con más fuerza, y observa lo siguiente:

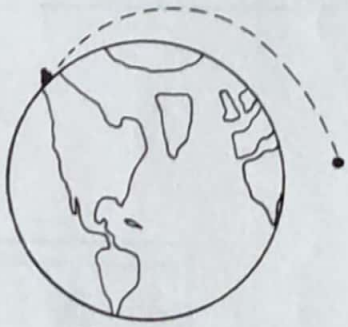
Escaneado con CamScanner

Cuando la lanzas débilmente, la piedra sale despedida con lentitud y cae a una pequeña distancia de ti.

Si lo haces con mayor fuerza, la distancia y la velocidad serán también mayores.



Alcanzará mayor distancia quien pueda tirarla con mayor fuerza y que, por tanto, le comunique más velocidad. Imagina ahora un superhombre que pudiera arrojar una piedra más allá de la cerca, y de las montañas. . ., en fin, más allá de la curva del planeta.



Si logra esa enorme velocidad, la piedra no regresará al planeta. Generaría suficiente fuerza centrífuga para convertirse en un satélite de la Tierra.

La velocidad necesaria se llama "velocidad de escape" y vale: 11.2 km/seg.

Ésa es la velocidad que requiere un cuerpo para abandonar para siempre la superficie del planeta: si la conserva, se convertirá en satélite artificial; si la supera, se convertirá en satélite, alejándose continuamente de la Tierra.

CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN

I. Completa cada enunciado, escribiendo en el paréntesis la letra del complemento correcto.

(C) El cambio de la velocidad de un móvil, observado durante la unidad de tiempo, se llama:

a) energía *b*) fuerza *c*) aceleración *d*) rapidez

(d) Durante la caída, los cuerpos recorren distancias determinadas por la fórmula:

a) $d = vt$ *b*) $d = \frac{T}{f}$ *c*) $d = gh$ *d*) $d = \frac{at^2}{2}$

(a) La caída de los cuerpos se debe a la fuerza llamada:

a) gravedad *b*) centrífuga *c*) repulsión *d*) inercia

(b) La fuerza de atracción de la gravedad será mayor cuanto más grande sea:

a) el volumen *b*) la masa *c*) la distancia

(c) Un cuerpo no puede modificar su estado de reposo ni de movimiento sin:

a) una fuerza *b*) una máquina *c*) un lubricante

Escaneado con CamScanner

(b) El valor de la aceleración producida por la gravedad, al nivel del mar y a 45° de latitud, es de:

a) 981 dinas *b*) 9.81 m/seg² *c*) 3.85 kg

(d) De acuerdo con la segunda ley de Newton, la fórmula de la fuerza es:

a) $f = \frac{T}{a}$ *b*) $f = \frac{v}{t}$ *c*) $f = \frac{at^2}{2}$ *d*) $F = ma$

(A) La luna no cae debido a que la fuerza de gravedad es contrarrestada por la fuerza:

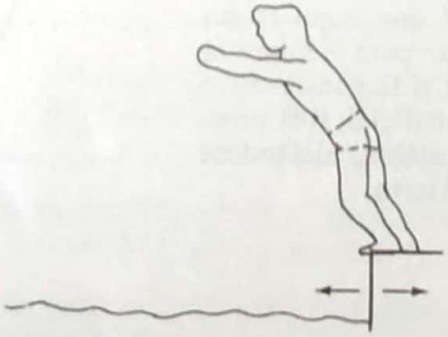
a) centrífuga *b*) centrípeta *c*) de cohesión

II. Escribe en cada paréntesis la letra de la ley de Newton que explica el fenómeno ilustrado:

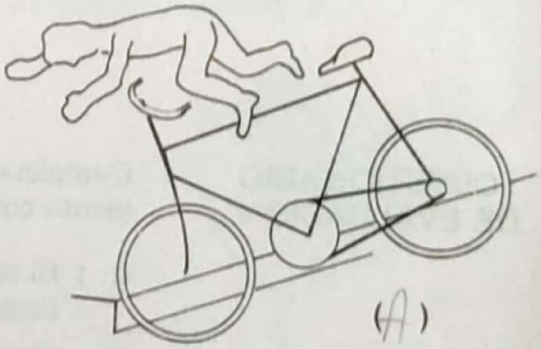
A. Primera: ley de la inercia

B. Segunda: ley de las fuerzas

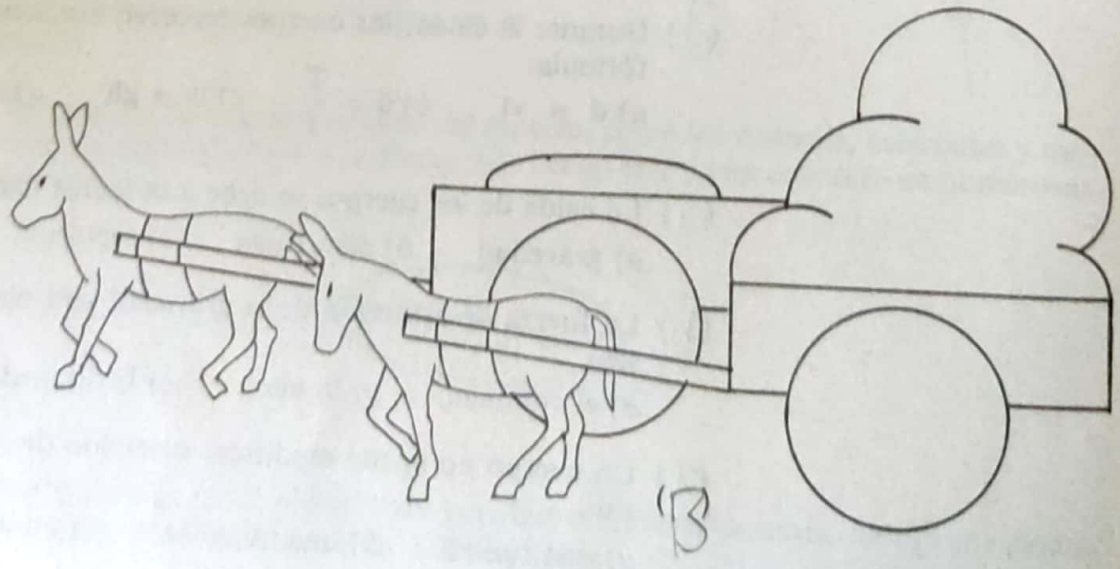
C. Tercera: ley de la acción y la reacción.



(C)



(A)

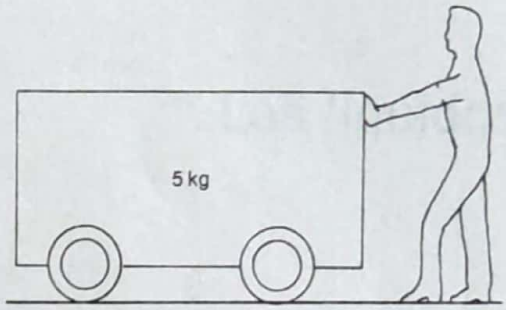


(B)

Escaneado con CamScanner

III. Resuelve los siguientes problemas:

1. ¿Qué fuerza se requiere para mover un cuerpo de 5 kg de masa con una aceleración de 4 m/seg²?



FÓRMULA:

$F = ma$

SUSTITUCION:

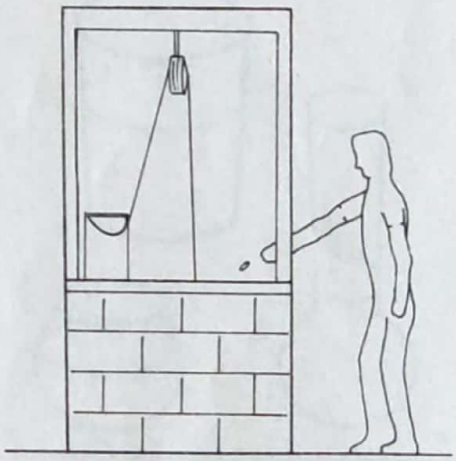
$5kg \cdot 4m/seg^2$

RESULTADO:

$20\ kg\,m/seg^2$

20 newtons

2. Para medir la profundidad de un pozo se dejó caer una piedra, que tardó 3 seg en llegar al fondo, ¿cuál es la profundidad?



FÓRMULA:

$d = \frac{gt^2}{2}$

SUSTITUCIÓN:

$\frac{(9.8\,m/s)(3)^2}{2} =$

RESULTADO:

44.1 m

IV. Correlaciona ambas columnas, escribiendo en el paréntesis la letra correspondiente a la unidad con la que se mide cada magnitud:

(G) longitud	A. watt
(D) masa	B. kilogramo-peso
(I) tiempo	C. pascal
(F) fuerza	D. kilogramo-masa
(A) trabajo	F. newton
(B) peso	G. metro
	H. julio

I. segundos

Escaneado con CamScanner

unidad 5

Los líquidos

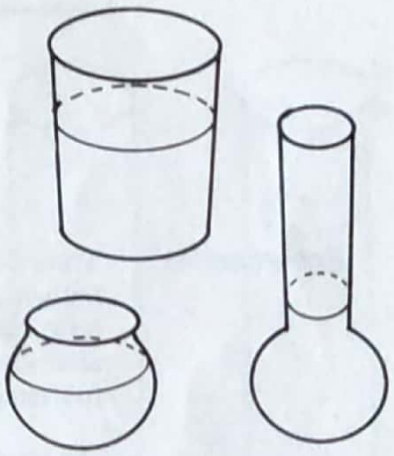
HIDROSTÁTICA

La *hidrostática* es la parte de la Física que estudia los líquidos en reposo, sometidos a fuerzas y presiones.

5.1.1

CARACTERÍSTICAS DE LOS LÍQUIDOS

Comenzaremos por estudiar las características comunes a los diversos líquidos.



CARENCIA DE FORMA

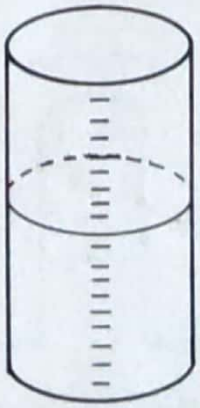
En primer lugar, lo más característico de los líquidos es la carencia de una forma propia. Si viertes un líquido en un recipiente, podrás observar que va llenando gradualmente el fondo, adaptándose a la forma del nuevo recipiente.

Por ello se dice que:

> Los líquidos carecen de forma propia y adoptan la del recipiente que los contiene.

VOLUMEN

En cambio, sí tienen un volumen propio. El volumen de los líquidos se mide con una probeta graduada. La probeta suele estar graduada en *mililitros* (ml), también llamados centímetros cúbicos (cm^3).



Experimento

Mide en la probeta la cantidad de agua que hay en un vaso, el volumen de un refresco, la cantidad de aceite que contiene un frasco, etcétera.

Expresa tus resultados en ml y en cm^3.

Un litro tiene 1 000 mililitros, o sea 1 000 cm^3.

¿Cómo expresarás tus resultados en litros?

Escaneado con CamScanner

Verifica que, a pesar de que hayas trasvasado cierta cantidad de líquido a diversos recipientes, al volver a medir su volumen, éste se conserva, salvo una pequeña cantidad que queda pegada en el recipiente.

Llene una cuchara con agua, otra con aceite y otra con miel. Vierte esas sustancias sobre un plato. ¿Cuál de ellos escurre con mayor rapidez?

Cuando un líquido escurre rápidamente, decide que es muy fluido; si lo hace lentamente, decimos que es poco fluido.

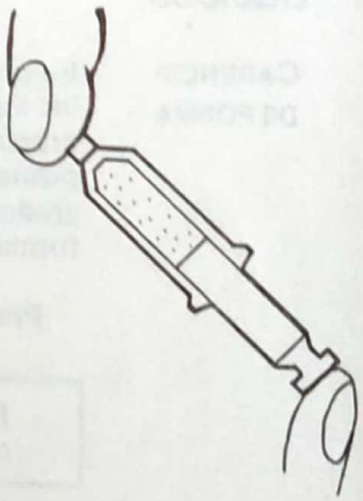
FLUIDEZ

La fluidez es la rapidez con que un líquido adopta la forma del recipiente. Según su grado de fluidez clasifica los líquidos que conoces.

Muy fluidos	Fluidez mediana	Escasa fluidez
agua	aceite	miel
Gasolina	Pintura	Crema de cacahuate
Alcohol	Pegamento blanco	Silicon caliente
Jugo de manzana		Azucar derretida
Leche		Petroleo Crudo

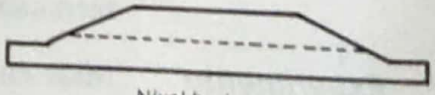
Experimento

Trata de comprimir un líquido, es decir, reducir su volumen. Esto puedes intentarlo con una jeringa de inyectar. Introduce en ella una poca de agua y presiona fuertemente el émbolo.



¿Se observa alguna reducción? No

(Hazlo con cuidado, pues es más fácil que se rompa la jeringa antes de que logres comprimir el líquido.)



Nivel horizontal

En los laboratorios de investigación se han hecho experimentos con fuerzas mucho más poderosas y máquinas más resistentes, sin que se haya logrado reducir apreciablemente un volumen dado de líquido. Por ello se ha concluido que:

Escaneado con CamScanner

Incompresibilidad

Los líquidos son prácticamente *incompresibles*. No es posible reducir (ni aumentar) su volumen de manera apreciable.

NIVEL HORIZONTAL

Los líquidos en reposo tienden a adoptar en su superficie libre la forma de un plano horizontal, al cual se llama *nivel*.

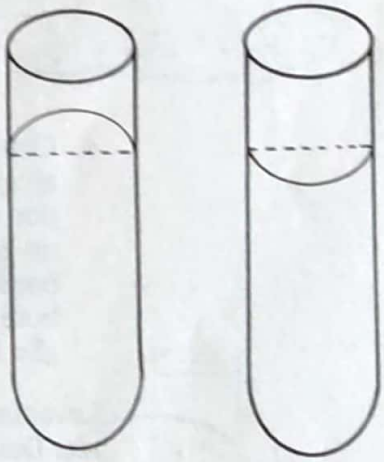
(No obstante, en las grandes extensiones de líquidos, como los océanos, se aprecia que la superficie libre sigue la curvatura del horizonte. Por tanto, sólo en recipientes razonablemente pequeños es válida la afirmación anterior.)

También tenemos que aclarar que la superficie del líquido presenta un poco de curvatura en las proximidades de las paredes del recipiente, y muestra una superficie curva llamada *menisco*. El menisco puede ser *cóncavo*, como en el agua, o *convexo*, como en el mercurio.

Fuera de estas perturbaciones, podemos aceptar que el nivel de los líquidos tiene la forma de un plano horizontal.

VASOS COMUNICANTES

Este efecto es también perceptible en los aparatos llamados *vasos comunicantes*. En ellos el líquido circula a través del tubo de comunicación y quedará en reposo sólo cuando se haya alcanzado el mismo nivel en todos los recipientes.

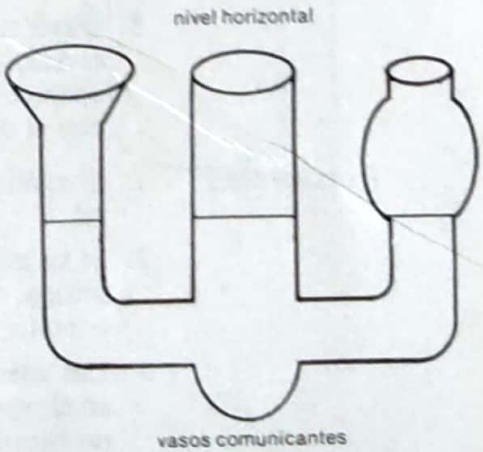


Experimentos

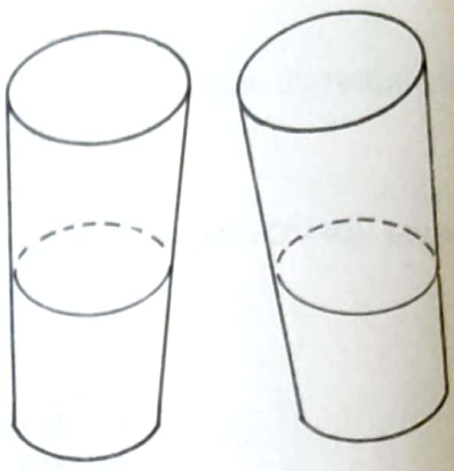
1. Observa el nivel de un vaso de agua. Inclina el vaso y observa lo que ocurre con la superficie libre del líquido. Anota tus conclusiones:

No importa que tanto se incline el vaso el líquido se mantiene horizontal

Traza la nueva línea de nivel en el diagrama.



Escaneado con CamScanner

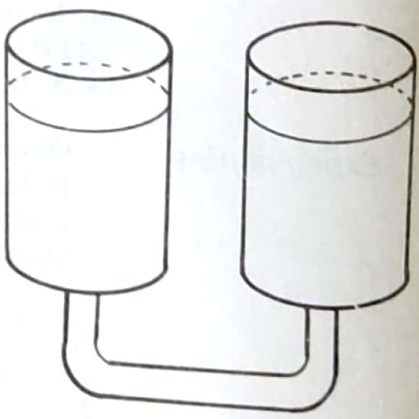


2. Usa una manguera de plástico transparente, casi llena de agua, para comprobar si el campo deportivo está nivelado, si es horizontal. Dibuja un plano de las canchas marcando en él las depresiones y protuberancias que encuentres.

3. Observa los movimientos de los meniscos en la manguera. Descríbelos y anota cuándo quedan en equilibrio:

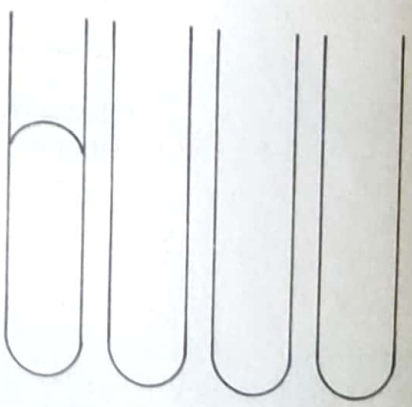
Al estar los dos a la misma altura el terreno se puede considerar nivelado.

4. Construye un sistema de vasos comunicantes con dos botes perforados por el fondo y conectados mediante un tubo de goma. Tapa con cera el borde de las perforaciones. Llena un bote con agua.
¿Se llena también el otro? Si



Levanta uno de los botes; vuélvelo a bajar. Describe tus observaciones, en relación con los niveles de los botes.

5. Llena tubos de ensayo con agua, glicerina, miel y dibuja el menisco que aparece en cada tubo. Compáralos con el del mercurio.



Respuestas

1. El nivel recupera la posición horizontal.
2. Si su altura respecto al terreno es la misma, entonces el terreno es horizontal.
3. Los meniscos se mueven hasta que, en el reposo, se encuentran en un plano horizontal.

Escaneado con CamScanner

4. Ambos botes se llenan, y en todo momento el nivel de los meniscos es el mismo en cuanto el líquido queda en reposo.

Resumen

Las principales características de los líquidos tienen: un volumen propio, prácticamente incompresible, carece de forma propia y adoptan la del recipiente que los contiene, con una superficie libre que es sensiblemenente horizontal. Esto lo logran en mayor o menor tiempo según su grado de fluidez. Si la extensión es muy grande, como en el caso de los mares y océanos, la superficie libre sigue la curvatura del planeta. Si la superficie libre es muy pequeña, presenta forma curvada y se le llama menisco.

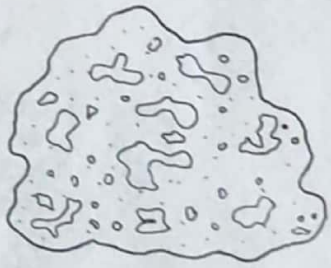
(Nos abstenemos, por ahora, de hablar del fenómeno llamado capilaridad.)

EL ESTADO SÓLIDO

Para comparar, analicemos las características de los sólidos; lo haremos después con los gases en la unidad 6.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SÓLIDOS 5.1.2

Los sólidos tienen una forma propia y no fluyen, como los líquidos, para adaptarse a la forma de los recipientes. También tienen un volumen propio, pero éste es mucho más compresible que el de los líquidos. La compresibilidad se debe a la porosidad. Si el sólido es muy poroso, como una esponja, se puede reducir considerablemente su volumen al comprimirlo.



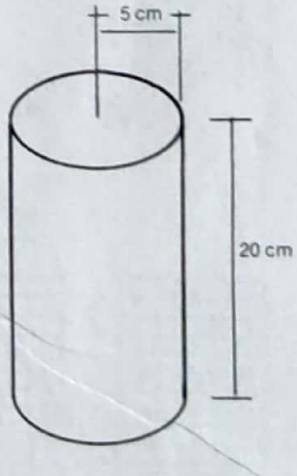
El volumen puede calcularse matemáticamente, si la forma es la de alguno de los cuerpos descritos por la Geometría.

VOLÚMENES GEOMÉTRICOS

En un texto de Matemáticas puedes consultar la fórmula mediante la cual se calcula el volumen de los diversos cuerpos geométricos.

Problemas

1. ¿Cuál es el volumen de un bloque de madera cilíndrico, que mide 5 cm de radio y 20 cm de altura?



Consultando un texto de Geometría, vemos que:

$V = \pi r^2 h$ (Volumen = π × radio al cuadrado × altura)

$V = 3.14 \times 5^2 \times 20$

$= 3.14 \times 25 \times 20$

$V = 1\,570$

El bloque tiene un volumen de 1 570 cm^3.

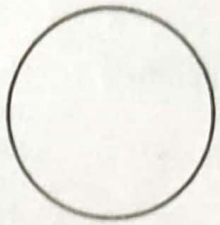
2. Calcula el volumen de una canica.

La canica presenta una forma regular, que se llama esfera. Según la Geome-

Escaneado con CamScanner

tría, la fórmula del volumen de la esfera es:

$$V = \frac{4 \pi r^3}{3}$$



(Volumen = 4 × π × radio al cubo ÷ 3.)
Mide con un calibrador el diámetro de la canica y divide ese valor entre 2 para obtener el radio.

Datos: Sustitución: Operaciones:

r = 1 cm $V = \frac{4 \times 3.14 \times 1}{3}$

π = 3.14

V = 4.18 cm^3

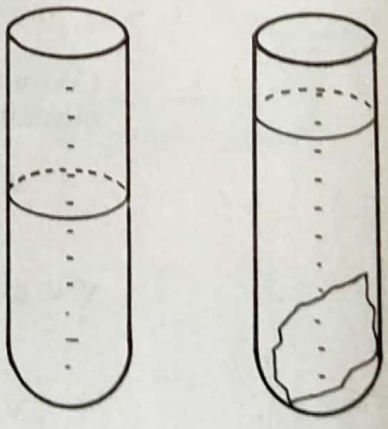
3. ¿Cómo se calcula el volumen de un cuerpo no descrito por la Geometría, como un cenicero, un huevo, una cuchara, etcétera?
Si recuerdas el procedimiento, úsalo para medir el volumen de una piedra (que quepa en una taza).

Llena de agua una taza, hasta que se tire el líquido por los bordes. Coloca la piedra en la taza, después de poner un plato debajo de ella para recoger el líquido que se derrame.

Mide el líquido derramado:_____ml.

Ése es el resultado: la piedra tiene un volumen de _____cm^3.

4. Mide el volumen de la piedra usando una probeta graduada.



Nivel inicial del líquido _____ ml
Nivel final (con la piedra) _____ ml
Diferencia: _____ ml

Volumen de la piedra: _____ cm^3

(se prefiere expresar en cm^3 el volumen de los sólidos y en mililitros el volumen de los líquidos).

5. Utiliza este último método para comprobar el volumen de la canica, que obtuviste mediante la fórmula geométrica.

Nivel inicial: _____

Nivel final: _____

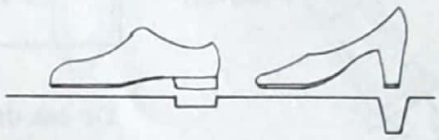
Escaneado con CamScanner

Diferencia: _____

Volumen: _____

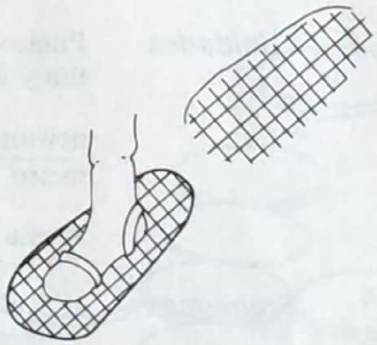
PRESIÓN 5.2.1

Si observas las huellas que dejan los zapatos de un hombre y los de una mujer en una superficie blanda, notarás que los tacones de ésta dejan una huella más profunda.



Esto se debe a que la fuerza actúa sobre una superficie que, en el caso de la mujer, es menor por sus tacones puntiagudos.

Los alpinistas usan raquetas para no hundirse en la nieve, puesto que así se reparte su peso en una superficie más extensa.

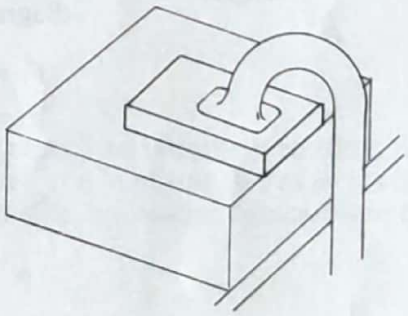


Cuando un carpintero desea oprimir una tabla con una prensa, coloca una tablita para que la huella de la opresión no quede marcada.

¿Cómo explicas esto? Se reparte la fuerza en un area mas amplia y asi no se concentra en un punto

Analicemos numéricamente el primer caso: supongamos que el hombre pesa 80 kg y que su tacón mide 25 cm² de superficie.

Entonces, cuando el hombre recarga su peso sobre el suelo, a cada cm² oprimido le toca cargar un peso de 3.2 kg.



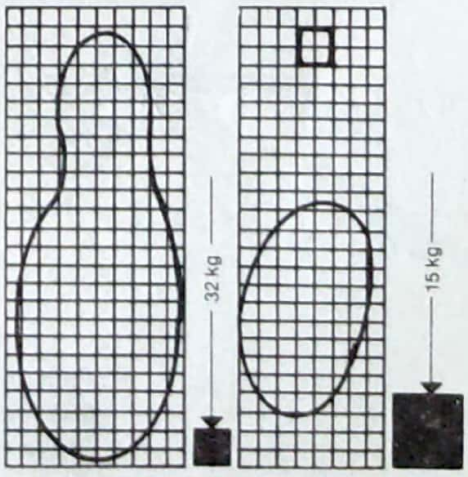
$$25\overline{)80}\quad 3.2,\ 50$$

3.2 kg/cm²

Supongamos ahora que la mujer pesa 60 kg y que su tacón tiene una área de 4 cm². Entonces, cada cm² cargará un peso de 15 kg.

$$4\overline{)60}\quad 15,\ 0$$

15 kg/cm²



Esto es, el tacón de la mujer oprime al piso con una fuerza que es casi 5 veces mayor por centímetro cuadrado. A eso se debe que se hunde con mayor profundidad.

De estas consideraciones desprendemos el concepto de presión:

Escaneado con CamScanner

Cuando una fuerza actúa sobre una superficie, hay que considerar la fuerza que debe soportar cada unidad de superficie. A esta magnitud se le llama *presión*.

Presión

> Es la cantidad de fuerza que actúa sobre una unidad de área.

De esa definición se deduce la fórmula:

Fórmula

$$P = \frac{F}{S} \quad \text{(presión = fuerza} \div \text{área)}$$

Unidades

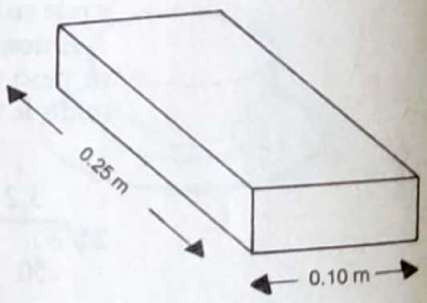
Puesto que en el SI (Sistema Internacional de Unidades) la fuerza se mide en newton y la superficie en metros cuadrados, la unidad de presión será:

$$\frac{\text{newton}}{\text{metro cuadrado, esto es,}} \quad \frac{N}{m^2}$$

A esta unidad se le da el nombre de *pascal* (Pa).

Problemas

1. Calcula la presión que ejerce sobre el piso un ladrillo que pesa 10 N y que se apoya sobre su cara mayor (véase el diagrama)



$F = 10\ N$

$b = 0.25\ m$

$a = 0.10\ m$

$S = 0.25 \times 0.10 = 0.025\ m^2$

$$P = \frac{F}{S}$$

$$P = \frac{10}{0.025}$$

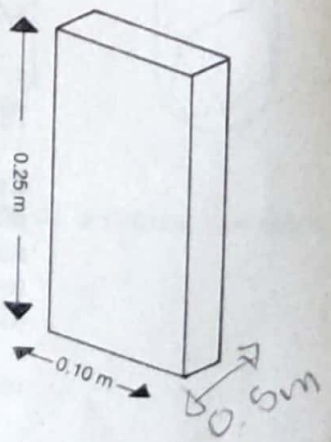
$$25 \overline{)\ 10\,000} \quad 400$$
$$0\,000$$

$P = 400$ Pa.

(0.10m)(0.5m) = 0.05m²

10N / 0.005m² = 2000pa

2. Calcula la presión que ejerce sobre el piso ese mismo ladrillo cuando se apoya sobre su cara menor.

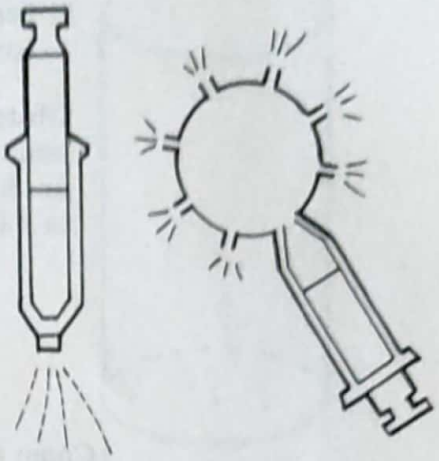


Escaneado con CamScanner

DATOS: **FÓRMULA:**

¿CÓMO SE TRANSMITE LA PRESIÓN?

SUSTITUCIÓN: **RESULTADO:**



TRANSMISIÓN DE PRESIÓN 5.2.2

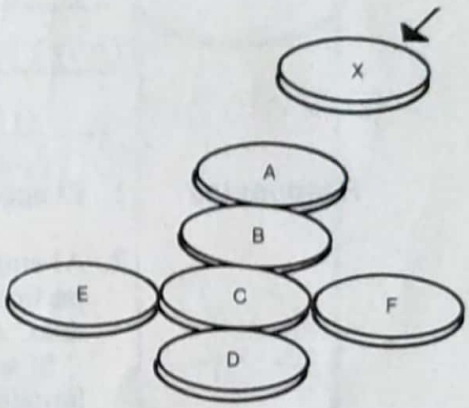
Seguramente habrás observado que si oprimes el émbolo de una jeringa, el líquido sale expulsado por la punta al ser impulsado por la presión.

Blas Pascal, un sabio del siglo XVII, construyó una jeringa con múltiples orificios para demostrar que la presión se transmite en todas direcciones.

Los sólidos no se comportan así; si colocas un grupo de monedas como en la figura y arrojas otras (*x*) para golpear a la moneda A, en la dirección de la flecha, saldrá despedida la moneda D, pero no así las monedas E y F, que permanecerán inmóviles.

Cambiando la dirección del golpe, se podrán advertir algunos pequeños movimientos en las direcciones transversales.

El experimento de Pascal puso en evidencia que la transmisión de las fuerzas en los líquidos es diferente. Pascal expuso sus conclusiones en estos términos:

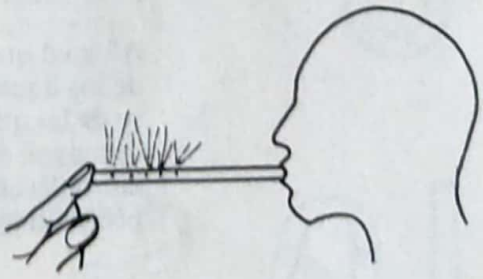


PRINCIPIO DE PASCAL

En el seno de los líquidos, las presiones se transmiten íntegras y en todas direcciones. Es decir, los chorritos de líquido brotan con la misma fuerza en los diversos orificios de la jeringa de Pascal, aun aquellos orientados francamente hacia atrás en relación con la fuerza original.

Experimentos

Realiza estos experimentos equivalentes a la jeringa de Pascal:



1. Con un alfiler haz varias perforaciones a un popote. Llena el popote de líquido.

   Tapa el extremo y sopla. Observa cómo brota el líquido.

   Escribe tus conclusiones:

   ¿Brota en todas direcciones? Si

   ¿Con la misma fuerza? Si

2. Construye este curioso juguete, llamado ludión o buzo de Descartes.

   - Cuelga un clavo de una ampolleta de inyección usada (rota).

Escaneado con CamScanner

- Sumerge el ludión en una botella llena de agua y con tapón de corcho.

Observa que cuando empujas el tapón, el buzo desciende hasta el fondo. Si sueltas el tapón, el buzo regresa a la superficie.

¿Cómo explicas este comportamiento? Al colocar el tapon se empuja una cantidad de aire al contenedor que empuja el agua hacia abajo. El liquido transmite la presion en todas direcciones del buzo y llena la ampolleta, haciendola mas pesada y causa que se hunda,

Respuestas

1. El agua brota en todas direcciones con la misma fuerza.

2. Al empujar el tapón, el líquido transmite la presión en todas direcciones. En particular, la presión empuja el líquido hacia adentro de la ampolleta, llenándola. Al aumentar el peso, el ludión cae hacia el fondo.
   Si se suelta el tapón, el aire comprimido dentro de la ampolleta expulsa el líquido y, así aligerado, regresa a la superficie.

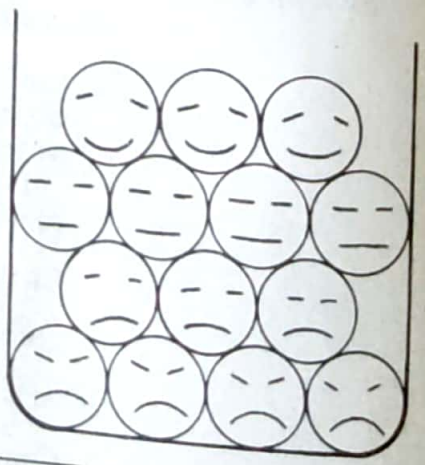
PRESIÓN HIDROSTÁTICA

¿Has visto en el juego de fútbol americano cómo en ocasiones todos los jugadores caen sobre el que lleva el balón? Todos ellos, excepto el de arriba, estarán cargando un peso; pero. . . ¿cuál crees que tendrá que soportar la carga mayor?

El de mas abajo

¿Por qué? los solidos transmiten la presion en una direccion

Al igual que los jugadores, las moléculas de los líquidos tienen que soportar el peso de las que están arriba. Naturalmente, la mayor carga estará gravitando sobre las moléculas que se encuentren a mayor profundidad.



Presión hidrostática

La presión que ejercen los líquidos a causa de su propio peso recibe el nombre de *presión hidrostática*.

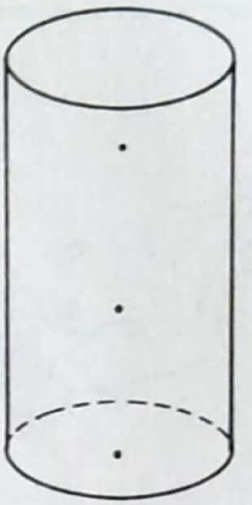
Escaneado con CamScanner

Experimentos

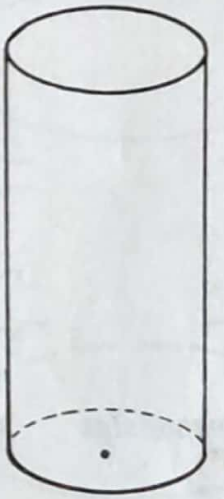
1. Con un clavo, haz tres perforaciones a un bote; una cerca del extremo superior, otra a la mitad y otra cerca del fondo. Mantenlos tapados mientras llenas de agua el bote.

   Destapa al mismo tiempo los tres orificios.

   Describe cómo es el chorro de agua que brota de los orificios (mediano, débil, fuerte).

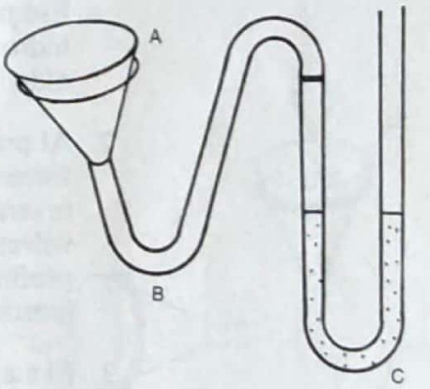


El superior tiene un chorro débil, el medio tiene algo de fuerza y el inferior tiene una fuerza significativa.



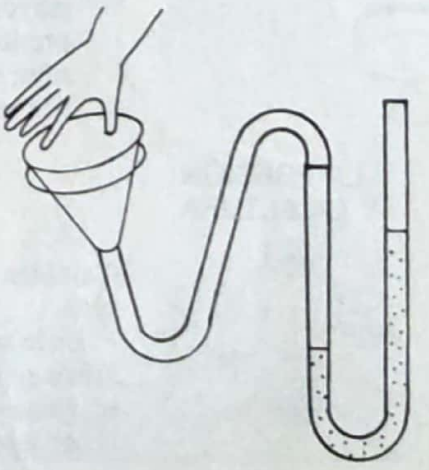
Explica la razón de ese resultado

Conforme se cabica el orificio en la parte inferior del contenedor se producira un chorro mas fuerte debido a que una presion hidrostatica expulsa el agua



2. Haz un experimento parecido en un bote con una sola perforación. Observa cómo es la fuerza del chorro según desciende el nivel del líquido.

El chorro tiene la mayor fuerza.



3. Construye un aparato para medir presiones. Necesitas:

   a) Un embudo, con una tela de goma (de un globo) estirada y sujeta al embudo mediante cinta de aislar.

   b) Un tubo de goma.

   c) Un tubo de vidrio doblado en U, con algún líquido coloreado.

Escaneado con CamScanner

Verifica si tu "manómetro" (aparato para medir presiones) funciona.

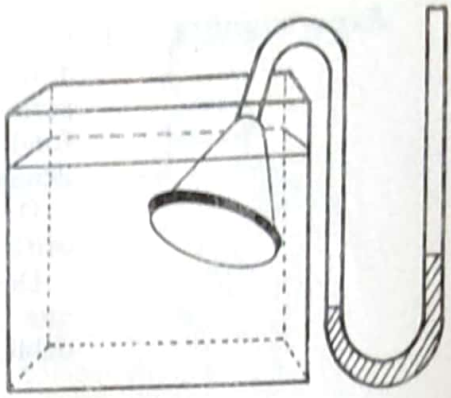
Oprime la membrana de goma; el líquido de tubo en U deberá registrarse esa presión mediante un desplazamiento hacia el exterior.

Cuanto mayor sea la opresión, mayor será el desplazamiento.

Explora con tu manómetro el interior de un recipiente lleno de agua, para investigar si existe ahí una presión.

Describe cómo es la presión que detectes con el aparato.

A mayor profundidad mayor presión.

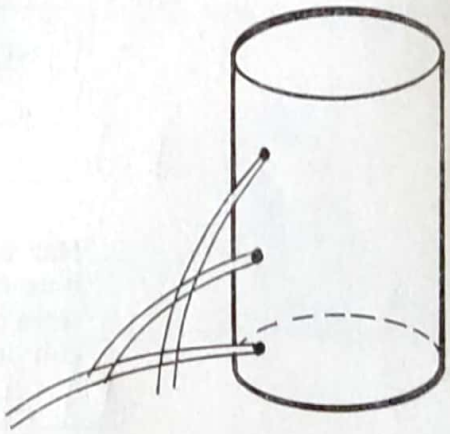


Respuestas

1. El chorro del extremo superior es débil, mediano el del centro y, en cambio, sale fuertemente el del fondo. Eso pone de manifiesto que la presión hidrostática aumenta con la profundidad.

2. Al principio el chorro es fuerte; conforme desciende el líquido, la corriente será cada vez más débil, con lo que volvemos a comprobar que cuando la profundidad es mayor la presión hidrostática también lo es.

3. El manómetro también revelará que a mayor profundidad corresponde más presión. En la superficie, no hay presión; en el fondo, la presión hidrostática es máxima.



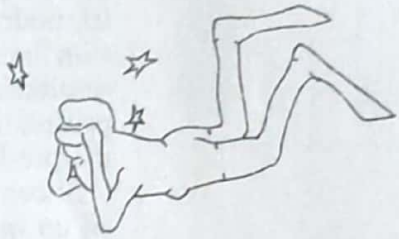
LA PRESIÓN Y LA ALTURA

También habrás experimentado la presión hidrostática si eres aficionado a la natación.

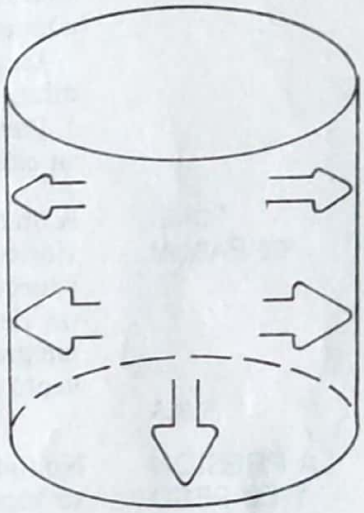
En la superficie no se siente presión alguna. Al descender al fondo, empezarás a sentir en los ojos y en los oídos una presión que a unos tres metros de profundidad se vuelve dolorosa; a los 5 m es ya insoportable. A mayores profundidades podrías llegar a sufrir lesiones.

Escaneado con CamScanner

La presión hidrostática puede llegar a ser tan grande que en las profundidades del mar podía aplastar aun las gruesas planchas de hierro que recubren a los submarinos.



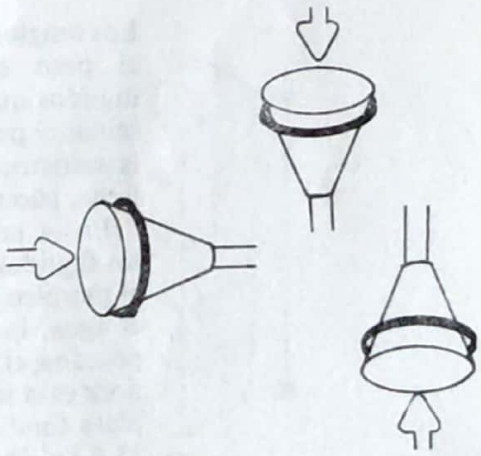
5.3.2 Con las observaciones anteriores hemos llegado a la siguiente conclusión: la presión hidrostática es mayor cuanto mayor es la profundidad.



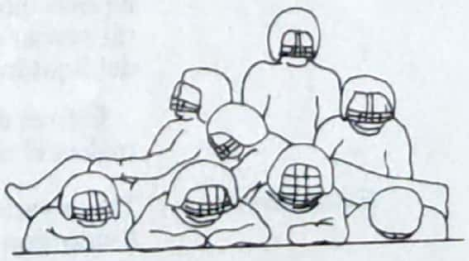
Agreguemos además que, como consecuencia del principio de Pascal, esa presión se ejerce en todas direcciones: la presión hidrostática oprime con igual intensidad las paredes, el fondo y todo cuerpo que se encuentre en el seno del líquido (mientras la profundidad sea la misma).

Usa tu manómetro para comprobar esta afirmación:

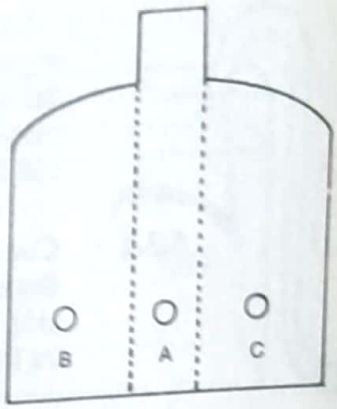
Colócalo en posición vertical, horizontal, y observarás que en todo caso, mientras la profundiad sea la misma, se ejercerá igual presión: hacia arriba, hacia abajo, hacia los lados.



En nuestro primer ejemplo hablamos de un equipo de fútbol. Recordemos que hay una diferencia esencial en el comportamiento de los sólidos y los líquidos: los sólidos transmiten las fuerzas (y las presiones) en una sola dirección. Así, cada jugador de fútbol resentirá el peso de los que caigan encima de él, pero no serán afectados los jugadores que estén a los lados. Los líquidos, en cambio, transmiten las presiones en todas direcciones y con la misma intensidad.



Escaneado con CamScanner



Así, en un frasco como el de la figura, el punto *A* soporta una presión debida al peso de la columna de líquido que está encima de él. Los puntos *B* y *C* no tienen tanto líquido encima de ellos; por lo tanto, podría creerse que soportan una presión menor. Sin embargo, tal creencia resultaría falsa. Por estar a la misma profundidad, *A*, *B* y *C* soportan la misma presión.

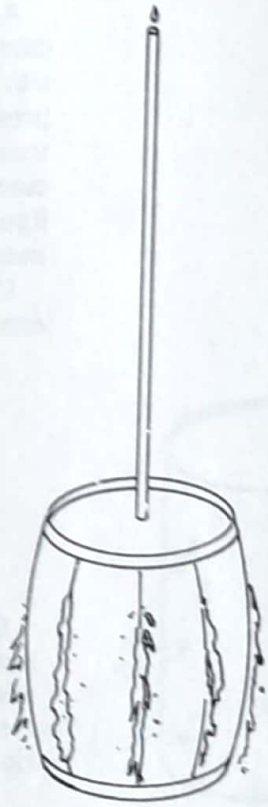
Si conoces alguna gruta bajo el mar o en un lago, podrás experimentar que la sensación dolorosa que produce la presión no cesará por el hecho de que te escondas en la gruta.

La profundidad es lo único que determina la presión.

Para demostrar esto, Pascal construyó su célebre tonel:

TONEL DE PASCAL

A un tonel de vino le incrustó un tubo de vidrio, largo y delgado. Al llenar el tonel y luego el tubo, éste con unas cuantas gotas de vino, la presión hidrostática fue tan grande por la altura del tubo, que reventó el tonel.



5.3.3 LA PRESIÓN Y EL PESO ESPECÍFICO

No todos los líquidos tienen el mismo peso específico. A la derecha se muestra una tabla del peso de un litro de diversos líquidos:

Un litro de	Pesa
agua pura	1.000 kg
gasolina	0.710 kg
petróleo	0.800 kg
agua de mar	1.030 kg
mercurio	13.600 kg

Los renglones vacíos son para que anotes el peso específico de algunos otros líquidos que desees agregar. Para determinar el peso específico, pesa un litro de la sustancia que hayas elegido (podrá ser: leche, glicerina, aceite, alcohol, miel).

En la tabla observarás que no todos los líquidos pesan lo mismo: la gasolina, el petróleo y el alcohol son muy ligeros; el agua, la glicerina y el aceite son más pesados; el líquido más pesado que se conoce es el mercurio, un metal que parece plata fundida. ¡Un litro de mercurio de 13.6 kg! Puesto que la presión hidrostática se debe al peso de la columna del líquido que está sobre el punto, es natural pensar que cuanto mayor sea el peso del líquido, mayor será la presión.

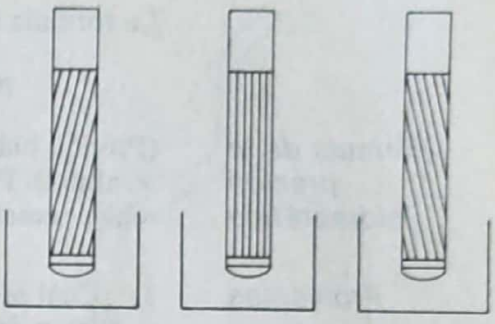
Esto es una hipótesis. Para verificarlo, realiza el siguiente experimento.

Experimento

Toma varios tubos de vidrio y tápales el fondo con hule (globos). Llénalos con

Escaneado con CamScanner

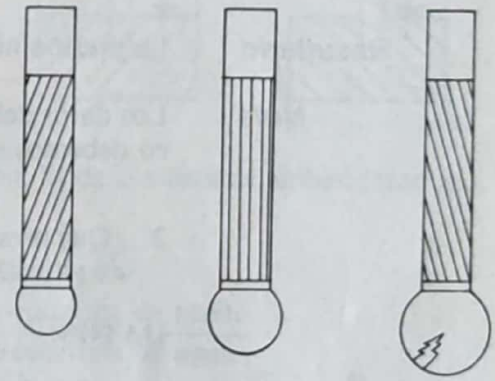
líquidos diferentes, de los que aparezcan en tu tabla de pesos específicos. Ponles abajo un recipiente por si no resiste el hule.



Observa cómo se abomba el fondo, debido a la presión hidrostática. Anota si hay relación entre la deformación del hule y el peso específico del líquido.

¿Se abomba igualmente el hule en todos los casos?

5.



Respuesta

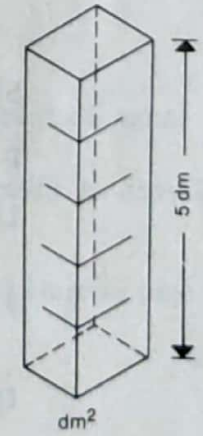
En el experimento que nosotros hicimos, el abombamiento fue más ligero con la gasolina que con el agua, por tener ésta mayor peso específico.

En cambio, el pesadísimo mercurio produjo una deformación tan notable que se rompió la vejiga.

En consecuencia, podemos afirmar: la presión hidrostática depende no sólo de la profundidad, sino también del peso específico del líquido.

De ser posible, usa tu manómetro para comparar las presiones que ejercen los diferentes líquidos.

Veamos ahora cómo se puede calcular la presión hidrostática. Como sabemos, ésta se debe al peso del líquido que se encuentra sobre un lugar concreto. Por ejemplo, tenemos un mosaico de un decímetro de lado en el fondo de una alberca, a una profundidad de 5 dm. Observa que sobre ese mosaico de 1 dm^2 está gravitando el peso de 5 dm^3 de agua (5 litros) que pesan 5 kg, según nuestra tabla de densidades.



Entonces, la presión será de 5 kg/dm^2.

Si la alberca estuviese llena de mercurio, tendríamos que considerar que el peso de cada litro de mercurio es de 13.6 kg y por tanto, la presión sería:

$$p.h. = 13.6 \times 5 = 68\ kg/dm^2$$

En síntesis, para encontrar la presión hidrostática habrá que multiplicar la profundidad por el peso específico del líquido.

Escaneado con CamScanner

La fórmula de la presión hidrostática es:

$$p.h. = p.e. \times h$$

Fórmula de la presión hidrostática

(Presión hidrostática = peso específico × altura). Para aprender a aplicar la fórmula, resuelve los siguientes problemas:

Problemas

1. ¿Cuál es la presión hidrostática que experimenta un submarino que navega a 800 m de profundidad?

Solución

DATOS:	**FÓRMULA:**	**OPERACIÓN:**
h = 800 m	p.h. = p.e. × h	1 030
p.e. = 1 030 kg/m³		× 800
		824 000

Resultado

La presión hidrostática es de 824 000 kg/m²

Nota

Los datos deben ser homogéneos. Para calcular el peso específico por metro cúbico debemos recordar que un metro cúbico contiene 1 000 litros.

2. ¿Qué presión hidrostática ejerce una columna de mercurio de 760 mm (7.6 dm) de altura?

DATOS:	**FÓRMULA:**	**OPERACIÓN:**
h = 7.6 dm	p.h. = p.e. × h	13.6
pe = 13.6 dm³		× 7.6
		8.16
		952
		103.36

SUSTITUCIÓN:

p.h. = 7.6 × 13.6

La presión hidrostática es de 103.36 kg/dm²

3. ¿Qué altura debe tener una columna de agua para producir la misma presión que la columna de mercurio del problema anterior?

DATOS:	**FÓRMULA:**
h = X	ph = pe × h
p.e. = 1 kg/dm³	
p.h. = 103.36 kg/dm²	

SUSTITUCIÓN:

103.36 = 1 × X; X = 103.36

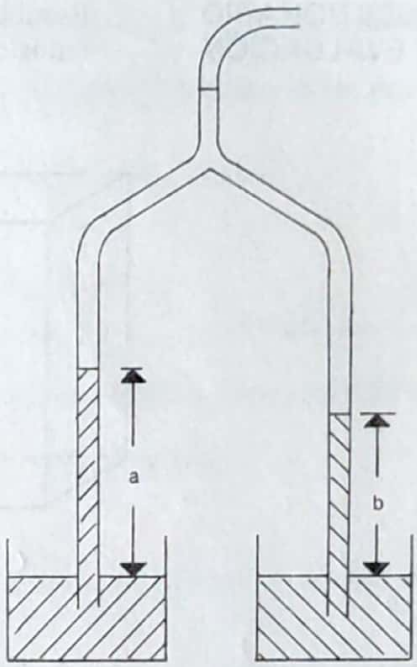
La altura de la columna de agua es de 103.36 dm, o sea 10.336 m.

Escaneado con CamScanner

EL HIDRÓMETRO DE BOYLE

Tú puedes construir un aparato como el que ideó Roberto Boyle para medir la densidad de los líquidos y al cual llamó *hidrómetro*.

Consta de un tubo bifurcado, de vidrio, y un tubo de goma, conectado como se indica en la figura.



Para usarlo, se coloca bajo una rama un vaso de agua, que es el líquido en relación con el cual se determinan *densidades*.

Bajo la otra rama se coloca el líquido problema (por ejemplo, aceite). Se succiona en el tubo de goma, como en un popote, y con ello se observa que en ambas ramas sube una columna de líquido. (Evita que el líquido llegue hasta la bifurcación, y menos aún a tu boca.)

En cualquier momento, suspende la succión. Mide la altura de ambas columnas de líquido.

La densidad del aceite será igual a:

$$d = \frac{b}{a} = \frac{\text{altura de la columna de aceite}}{\text{altura de la columna de agua}}$$

En un experimento que nosotros realizamos obtuvimos los siguientes resultados:

Altura de la columna de agua: 25 mm

Altura de la columna de aceite: 23 mmm

Densidad del aceite: $\frac{23}{25} = 0.92$

Esto es, el peso específico del aceite es igual a 0.92 veces el del agua.

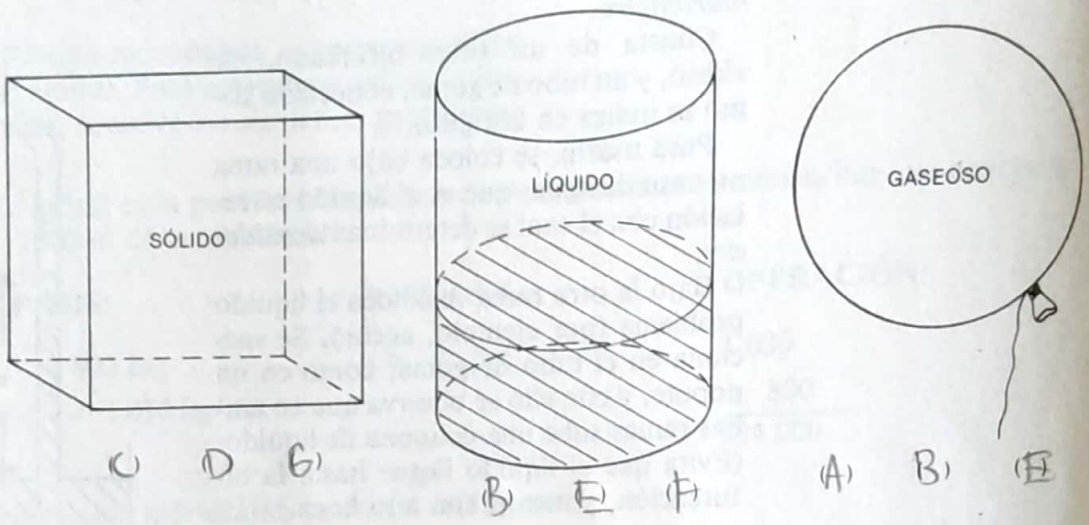
HIDRÓMETRO El hidrómetro de Boyle es un aparato usado para medir la densidad de los líquidos.

DENSIDAD La densidad relativa de un líquido es la relación que hay entre su peso específico con el de otra sustancia (por lo general, el agua).

Escaneado con CamScanner

CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN

I. Escribe las letras de las características correspondientes a cada uno de los estados de la materia (las letras pueden repetirse):



C D G) B) E) F) A) B) E)

A. Carece de volumen propio

B. Carecen de forma propia y adoptan la del recipiente que las contiene.

C. Las moléculas presentan la máxima cohesión.

D. Tiene forma y volumen propios.

E. Transmiten las presiones íntegras y en todas direcciones.

F. Su superficie libre tiende a adoptar la posición horizontal.

G. Algunas de sus propiedades son: tenacidad, dureza, maleabilidad.

II. Escribe dentro del paréntesis la letra de la frase que completa correctamente cada enunciado:

(C) La parte de la Física que estudia los líquidos en estado de reposo recibe el nombre de:

a) Mecánica *b*) Estática *c*) Hidrostática *d*) Acústica

(C) Los cuerpos cuyas moléculas escurren para adoptar la forma del recipiente que los contiene se llaman:

a) fluidos *b*) sólidos *c*) líquidos *d*) gases

(C) La unidad de presión corresponde a una fuerza de un newton que actúa sobre una superficie de 1 m², y se llama:

a) watt *b*) dina *c*) kilogramo *c*) pascal

(b) En el seno de los líquidos, las presiones se transmiten:

a) En proporción a la superficie *b*) En todas direcciones

c) En dirección vertical *d*) En dirección transversal

(a) La presión que ejercen los líquidos debido a su propio peso recibe el nombre de:

a) hidrostática *b*) neumática *c*) hidráulica *d*) mecánica

(a) El aparato que se usa para medir presiones se llama:

a) manómetro *b*) termómetro *c*) anemómetro *d*) densímetro

Escaneado con CamScanner

(C) El aparato ideado por Boyle para medir la densidad de los líquidos es el:

a) manómetro *b*) termómetro *c*) hidrómetro *d*) densímetro

(A) El aparato de Boyle está basado en que la densidad del líquido es proporcional a:

a) su peso específico *b*) la altura de la columna líquida

c) la presión hidrostática

(B) La presión se encuentra dividiendo la fuerza entre:

a) la distancia *b*) la superficie *c*) el peso *d*) el volumen

(C) La presión hidrostática es igual al peso específico del líquido multiplicado por:

a) la profundidad *b*) la superficie *c*) la densidad

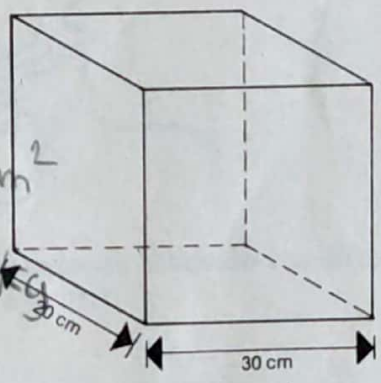
III. Resuelve los siguientes problemas:

$\frac{46\,kg}{50\,L} = 0.92\,kg/L$

1. ¿Cuál es el peso específico del aceite, si 50 litros de él tienen un peso de 46 kg?

FÓRMULA: **SUSTITUCIÓN:** **RESULTADO:** 0.92 kg/L

2. Una caja que pesa 85 kg descansa sobre una de sus caras, que es un rectángulo de 20 × 30 cm. ¿Qué presión ejerce sobre el piso?



FORMULA: $P = \frac{F}{a}$ $a = l \times l$

SUSTITUCIÓN: $20 \times 30 = 600\,cm^2 = 6\,m^2$

RESULTADO: $\frac{85\,kg}{6\,m^2} = 14\,kg/m^2$

3. ¿Qué presión experimenta un buzo que se encuentra a 12 m de profundidad? (Densidad relativa del agua de mar: 1.03)

$p.h. = pe \times h$

$p.h. = 1030\,kg/m^3 \cdot 12\,m$

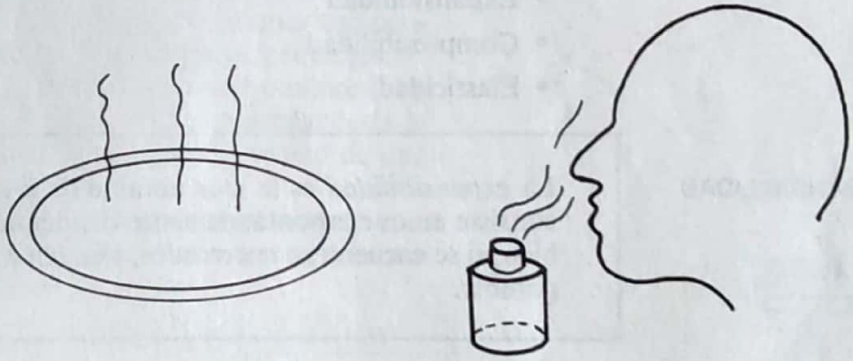
$p.h. = 12,360\,kg/m^2$

Escaneado con CamScanner

unidad 6

Los gases

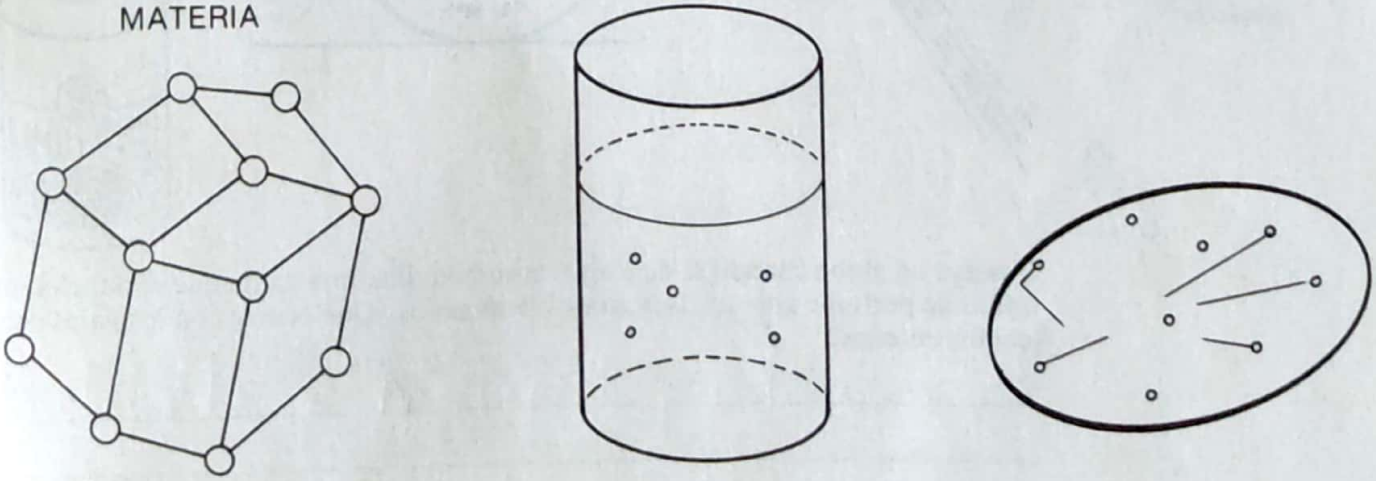
El aire es un ejemplo de gas. También lo es el contenido de los tanques de combustible y otros usados en diversas industrias: metano, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, son algunos de los más comunes. Cuando un líquido se deja a la intemperie, se evapora con menor o mayor rapidez, transformándose en un gas.



Esto se debe a que las moléculas más rápidas abandonan el líquido y se difunden en el espacio. Los olores son gases que llegan a la nariz.

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

La materia, puede presentarse en tres estados de agregación: sólido, líquido y gaseoso.



Escaneado con CamScanner

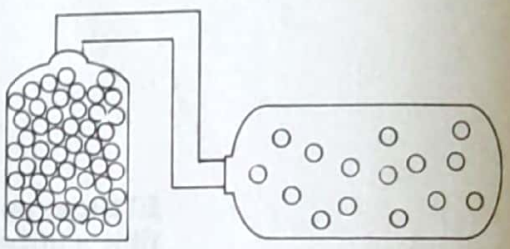
En los sólidos, las moléculas forman estructuras rígidas, casi inmóviles, por lo que el cuerpo presenta una forma y un volumen determinados.

En los líquidos, las moléculas resbalan unas sobre otras, adoptando la forma del recipiente que las contiene, pero manteniendo un volumen determinado. Las moléculas tienen gran movilidad, pero se mantienen unidas por la cohesión.

En los gases, las moléculas tienen el máximo grado de movilidad: cada una es un proyectil que se mueve independientemente de las demás, sin fuerza alguna de cohesión.

A esto se debe que un olor o perfume se disperse en el espacio, hasta llegar a todos los rincones, es decir, los gases no tienen forma ni volumen propio, sino que adoptan los del recipiente que los contiene.

Así, si se transvasa un gas de un depósito a otro de mayor tamaño, las moléculas se difunden en el nuevo recipiente llenándolo por completo.



¿CÓMO SON LOS GASES?

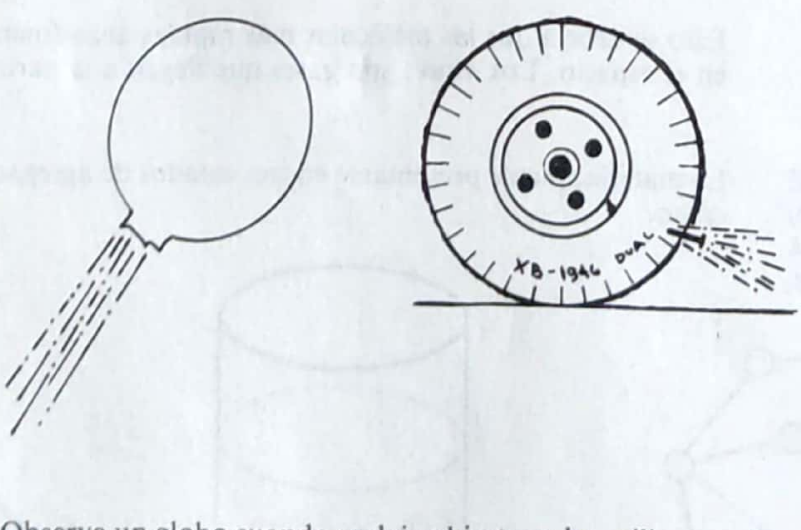
CARACTERÍSTICAS DE LOS GASES

Los gases tienen algunas características especiales, como son:

- Expansibilidad
- Compresibilidad
- Elasticidad

EXPANSIBILIDAD

La *expansibilidad* es la más notable de las características de los gases; consiste en que espontáneamente tienden a dispersarse en el espacio; o bien, si se encuentran encerrados, tienden a ocupar todo el volumen disponible.



Observa un globo cuando se deja abierta su boquilla, una llanta que se poncha, un frasco de perfume abierto. Describe el fenómeno. ¿Qué ocurre con los gases contenidos en ellos?

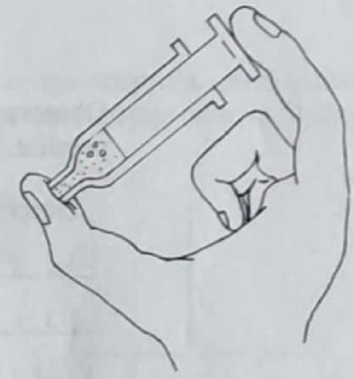
Se expanden y dispersan en el ambiente.

Escaneado con CamScanner

COMPRESIBILIDAD

Así como los gases se pueden expandir, también se pueden *comprimir*, lo cual hace que ocupen un volumen menor.

Aprieta el émbolo de una jeringa vacía, después de haber tapado el otro extremo, y notarás cómo el volumen del gas encerrado se comprime.



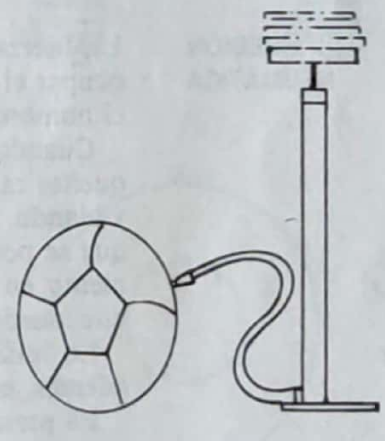
La compresibilidad de los gases es muy útil, las usas cuando inflas un balón o las llantas de tu bicicleta, metiendo grandes cantidades de aire dentro de ese reducido volumen.

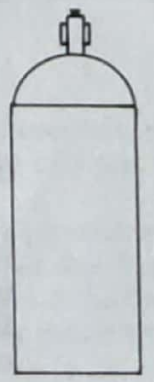
También se usa para almacenar grandes volúmenes de gases industriales o combustibles dentro de tanques que ocupan espacios relativamente pequeños.

Si los sólidos fuesen tan compresibles como los gases, podrías guardar toda la madera de un gran árbol dentro de una caja de zapatos.

Describe aquí algún experimento que puedas hacer para demostrar la compresibilidad de los gases.

Tomar una botella de plastico vacia y cerrada. Despues se aplasta y dobla para comprimir el aire en su interior y se abre rapidamente, debido al aumento de presion el liquido que halla quedado adentro se evapora y sale como un gas al igual que se produce un sonido fuerte.

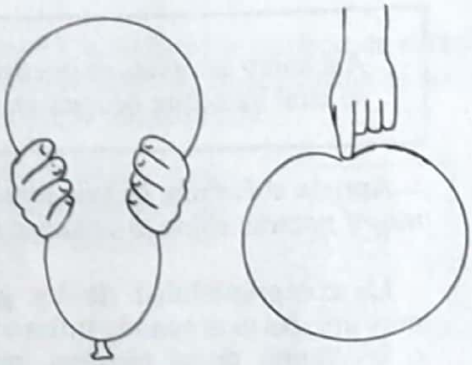




Escaneado con CamScanner

Elasticidad

Aunque los gases no tienen forma ni volumen, disponen de cierta elasticidad que se aprecia en los recipientes que los contienen y que, cuando no son rígidos, presentan las más perfectas formas de elasticidad.



Observa los globos, balones, llantas, cámaras, etcétera, que estén llenos de gas a presión.

Describe en qué consiste su elasticidad.

La elasticidad depende de la cantidad de gas comprimido, mientras halla mas es menor la elasticidad.

PRESIÓN NEUMÁTICA

La fuerza con que los gases tienden a ocupar el mayor volumen posible recibe el nombre de *presión neumática*.

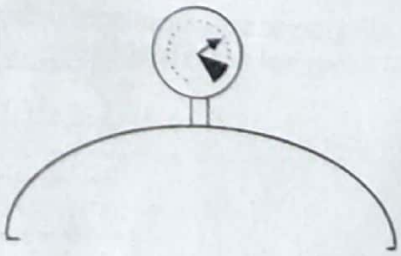
Cuando en un balón encierras pequeñas cantidades de gas, lo notas flojo y blando. Si le agregas más aire, sentirás que se pone tenso y duro. Llega el momento en que la presión es tan grande que puede hacer que el balón estalle.

Lo mismo ocurre con un globo que, además, es más débil.

La presión, como has visto en la unidad 5, es la cantidad de fuerza que se ejerce sobre cada unidad de superficie, y tiene por fórmula:

$$P = \frac{F}{S}$$

(presión = fuerza ÷ superficie)



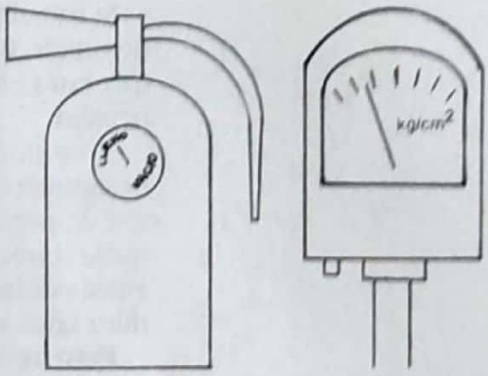
En el caso de los gases, la presión se transmite íntegra y en todas direcciones. De ahí que cada cm^2 de las paredes del recipiente que contiene el gas, así como

Escaneado con CamScanner

de cualquier cuerpo sumergido en él, soporta la misma cantidad de fuerza.

La presión de un gas se mide con un aparato llamado *manómetro*.

Seguramente habrás visto manómetros en los tanques de oxígeno, hidrógeno o acetileno; o en los tanques estacionarios de gas combustible para las estufas; o en las gasolineras, en la máquina que comprime aire para las llantas; y en los extinguidores.



En algunos casos, el manómetro se utiliza para indicar si el gas contenido en el tanque se está terminando; en otros, para saber si el gas tiene suficiente presión para inflar llantas o balones.

PESO DEL AIRE

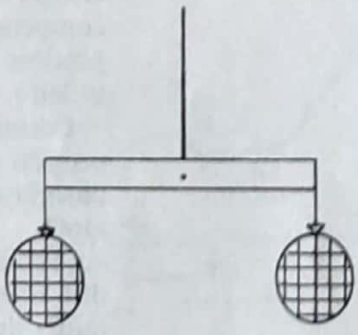
¿Crees que el aire pesa?

La mayoría de las personas se sorprende ante esta pregunta, pues suponen que el aire no pesa. Haz los siguientes experimentos para comprobar la hipótesis que hayas formulado respecto a este tema.

1. Cuelga en los extremos de una regla en equilibrio dos balones inflados al máximo de su capacidad.

   Después, abre la válvula de uno de ellos, para que escape el aire comprimido. ¿Qué ocurre con el equilibrio? Describe tus observaciones.

   El balon que aun tiene aire es mas pesado, por ende la regla baja para el lado de dicho balon



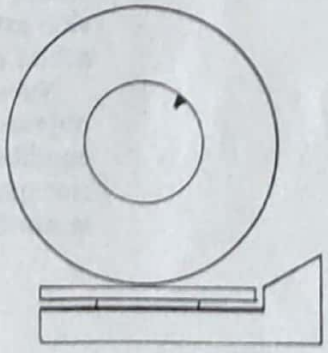
2. Coloca en una báscula, una cámara inflada al máximo.

   Anota su peso: _____

   Desinflala y comprueba lo que ocurre con el peso. Cuando termines de desinflarla, anota su nuevo peso.

   ¿Qué ocurrió? _____

   ¿Qué conclusiones sacas? _____



PESO DEL AIRE

El aire, como toda la materia, tiene una masa y, en consecuencia, un peso. Si repites el experimento número 2 con depósitos de cualquier otro gas, te darás cuenta de que todos los gases tienen un peso.

Cada litro del aire que nos rodea pesa 1.293 gramos en condiciones normales de presión y temperatura. Naturalmente, el litro de aire de una llanta pesa mucho más, puesto que se han comprimido en ella varios litros de aire ambiente.

Debido al peso del aire, cada decímetro cuadrado de nuestro cuerpo está cargando un peso de 103 kg.

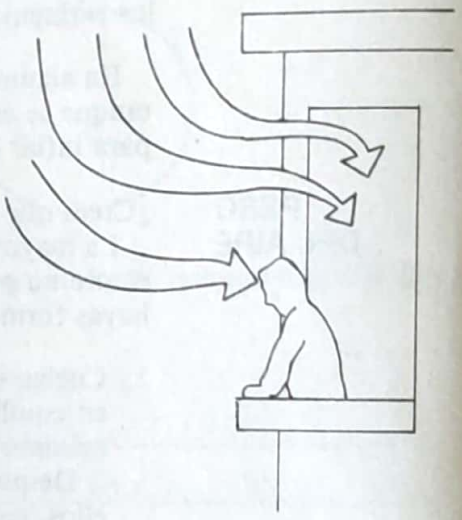
Escaneado con CamScanner

Si calculas cuántos decímetros cuadrados mide tu cuerpo, te darás cuenta de que estás cargando un peso de varias toneladas.

Y no puedes evitarlo (ni te conviene), ni siquiera colocándote bajo techo, dado que la presión se transmite íntegra y en todas direcciones: da vuelta al techo, entra por las puertas y ventanas y te oprimirá igual que si estuvieras al aire libre.

Pero no te preocupes: como la presión se transmite en todas direcciones, ella misma ayuda a cargarla. Tu mano no sentirá esa carga porque otra presión igual de abajo hacia arriba te ayudará a sostenerla.

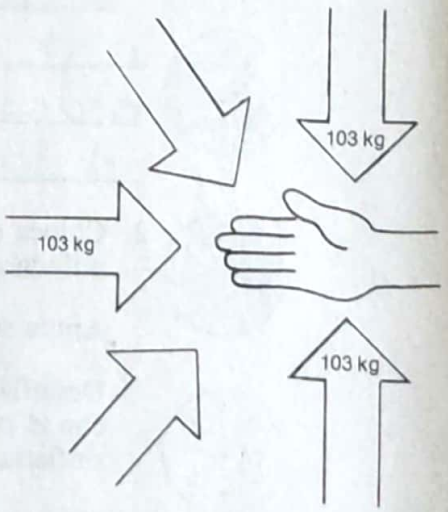
Tu mano sólo sentirá una opresión, como si estuviese entre dos fuerzas de 103 kg cada una.



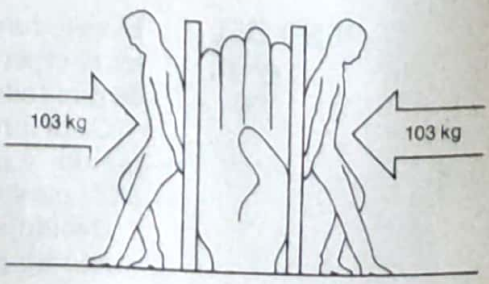
Pero tampoco esto debe importarte: tu cuerpo está diseñado para soportarlas, compensando la presión del aire con una presión interior, como la de un balón inflado.

Decíamos que no te conviene evitar la presión atmosférica. ¿Qué crees que te pasaría si de pronto cesara la presión del aire?

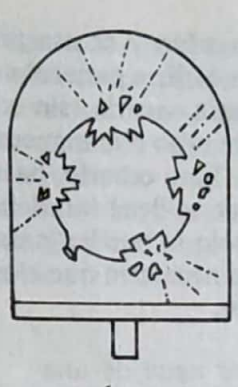
¡Estallarías como un balón muy inflado! Si en tu laboratorio hay una máquina de vacío podrás observarlo. Mete en la cámara de vacío un globo inflado. Extrae el aire de la campana y notarás cómo, al no ser compensada por la presión externa, la presión interna del globo acaba por provocar el estallido.

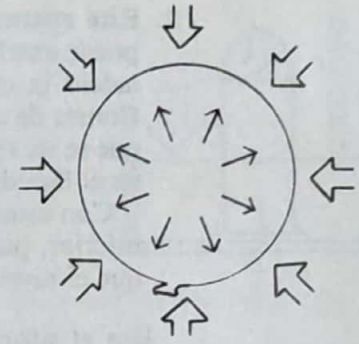


Nuestro organismo, como todos los objetos inflados que veas, se mantiene en equilibrio porque tiene una presión interior que compensa la presión exterior de la atmósfera.



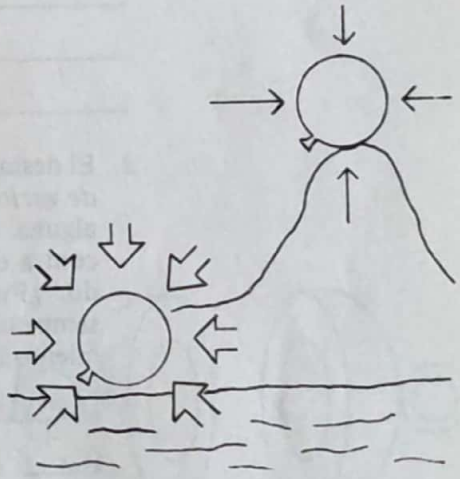
Escaneado con CamScanner



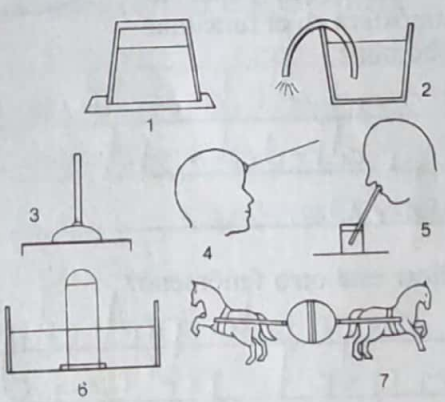


A veces ocurren descompensaciones: la presión del organismo puede aumentar o disminuir anormalmente, y entonces la persona afectada sí percibirá los efectos del desequilibrio. ¿Qué debe hacer el que sufre baja presión?

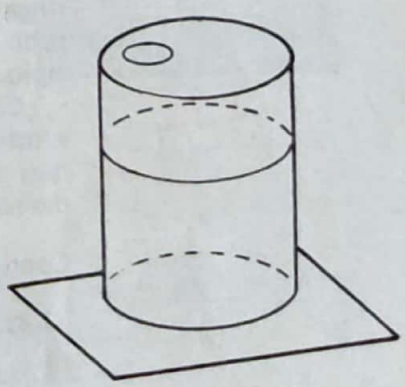
Evidentemente, debe irse a los lugares donde la presión atmosférica sea también baja: a las regiones montañosas. En cambio, los enfermos que padecen alta presión deberán ir a los lugares bajos en los que la presión atmosférica es también alta.



Todos estos experimentos presentan fenómenos curiosos en los que se manifiesta el peso del aire; realízalos:



1. Tapa con una cartulina un vaso con agua; invierte el conjunto, sosteniendo la cartulina, y luego suelta ésta. ¡El agua no se derramará, puesto que queda sostenida por la presión atmosférica!



¿Crees que ese experimento resulte si en lugar de vaso usamos un bote perforado en la parte superior?
Explica tu hipótesis.

No debido a que el aire entrara por el orificio y empujara el agua abajo.

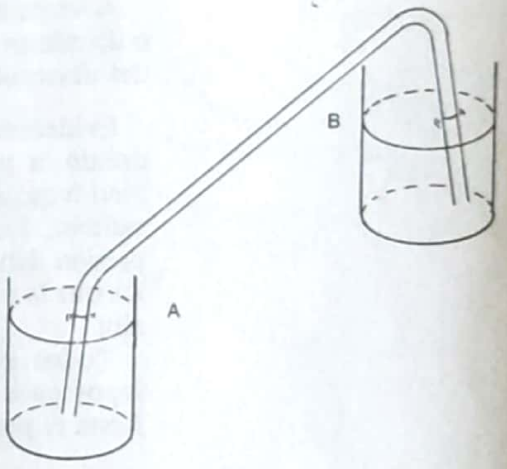
Realiza el experimento para comprobar tu hipótesis.

Escaneado con CamScanner

2. Este aparato se llama sifón y se usa para transvasar líquidos. Por ejemplo, puede usarlo un automovilista para echar gasolina al depósito (sin necesidad de ladear la cubeta) o para sacarla (sin tener que "chupar" en la manguera). Consta de un tramo de tubo o manguera "cebado"; es decir, lleno del líquido que se va a transvasar. Para cebarlo, basta con ir metiendo el tubo o manguera en el líquido, hasta que se llene (no deben quedar burbujas grandes).

Con este aparato, sólo se pueden pasar líquidos de un nivel superior a uno inferior, puesto que es necesario que el extremo de salidas esté a menor altura que el nivel del líquido.

Usa el sifón para pasar agua de una cubeta a otra; investiga cómo circula el agua, según la posición de los niveles *A* y *B* de las cubetas. Anota tus conclusiones.



3. El destapador de caños es una *bomba de vacío;* lo puedes usar para levantar alguna tabla oprimiendo la bomba contra ella; parecerá que se ha pegado. ¿Puedes explicar qué papel desempeña la atmósfera en el funcionamiento de la bomba?

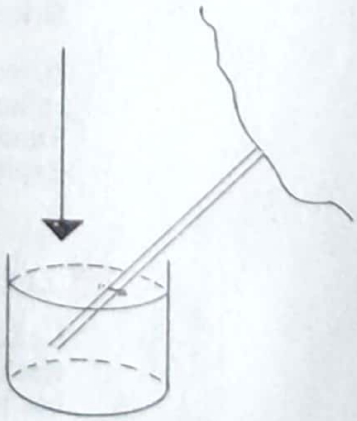
Mantiene un sello hermetico que empuja alrededor del destapacaños.

4. ¿Quieres explicar este otro fenómeno?

El aire empuja la piel alrededor del acne evitando que se rompa a menos que la piel sea delgada o el pus se acumule mucho.

5. Sin duda conoces el popote que utilizas para sorber líquidos. A diferencia del sifón, con el popote puedes transvasar líquidos hacia arriba. Tus pulmones funcionan aquí como bomba de vacío y es el peso del aire el que empuja el líquido hacia arriba. También la jeringa de inyectar y las bombas para subir agua se basan en el mismo principio.

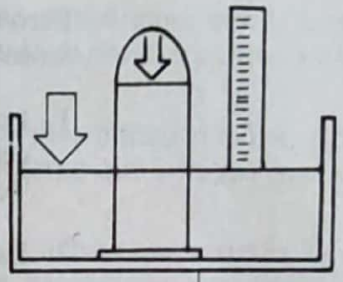
¿Crees que puede sorberse refresco a través de un popote gigante, digamos de 5 m de largo? ¿O de 10 metros?



Contesta aquí Se requieren bombas de vacío industriales.

Escaneado con CamScanner

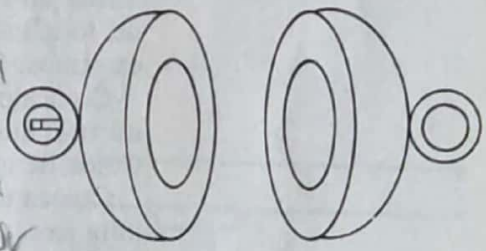
6. Esto es un *barómetro,* aparato que sirve para medir la presión atmosférica y observar sus variaciones. Consta de un frasco casi lleno de agua. El nivel del líquido se sostiene por el equilibrio entre las presiones interior y exterior. Explica lo que ocurrirá si la presión exterior disminuye:



El líquido interior que esta comprimido se expande y desplaza el agua hacia abajo.

7. Éste es un experimento histórico: el de los *hemisferios de Magdeburgo.* Se parecen a los destapadores de caños, pero son dos hemisferios de hierro con un tubo para extraer el aire.

   Cuando se hizo el vacío después de unirlos, quedaron tan firmemente sujetos que dos caballos no pudieron separarlos.



¿Puedes explicar este experimento?

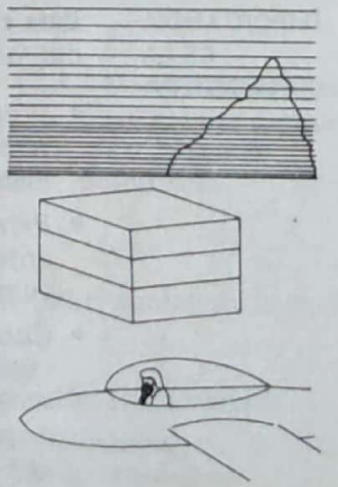
El aire alrededor empuja con fuerza a los dos hemisferios debido a que la presion interior es nula!

VARIACIONES DE LA PRESIÓN

La presión atmosférica es mayor en las partes bajas de la atmósfera que en las partes altas. Dos son las razones que explican esta circunstancia:

1. En las partes bajas hay que soportar el peso de numerosas capas de aire. Esto se parece al efecto de amontonar cajas unas sobre otras. Si se excede el "límite de estibaje", la caja de abajo puede ser aplastada por el peso de las cajas que sostiene.

2. En las partes altas, el aire está más enrarecido; por tanto, tiene una menor densidad. Los pilotos que vuelan a grandes alturas tienen que llevar oxígeno para respirar, dado que el aire de esas alturas es insuficiente.



Escaneado con CamScanner

Pero también pueden ocurrir variaciones de la presión debido a circunstancias meteorológicas:

1. Los vientos, masas de aire en movimiento hacen que en algunos puntos se concentre el aire y que en otros quede enrarecido. A los primeros se les llama "centros de alta presión" y a los segundos "centros de baja presión".

2. La temperatura también influye: el aire frío es más pesado que el aire caliente.

3. Y por último, la humedad afecta también a la presión atmosférica, pues el agua pesa más que el aire.

Por todas estas razones, podemos afirmar que la presión atmosférica nos informa de todos estos hechos:

1. La altura del lugar (puesto que a mayor altura corresponde menor presión).

2. Los cambios climáticos (ya que los vientos, las lluvias y el frío hacen variar la presión).

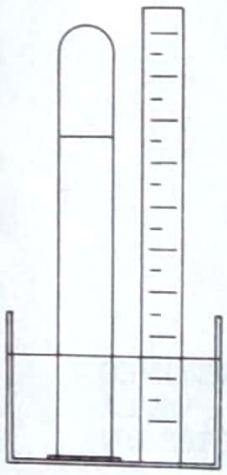
De ahí que sea importante medir la presión atmosférica. El aparato que se usa para medirla se llama "barómetro".

¿Quieres construir un barómetro?

Toma un tubo de vidrio de unos 80 cm de longitud y cerrado por uno de sus extremos. Llénalo de mercurio.

Colócalo en posición invertida, sobre un vaso que también contenga mercurio. Cuida de que no entre aire al tubo.

Coloca una regla graduada que te permita leer la altura que alcanza la columna de mercurio sobre el nivel del mercurio del vaso.



Algunas alturas de la columna barométrica que podrás observar son:

Al nivel del mar: 760 mm Hg.

En la ciudad de México: 586 mm Hg.

IMPORTANCIA DE LA ATMÓSFERA

Para el hombre y todos los organismos vivos, la atmósfera es de vital importancia por varias razones:

- Proporciona gases indispensables para las funciones orgánicas: oxígeno, para la respiración; anhídrido carbónico, para la fotosíntesis; vapor de agua, para mantener el nivel de humedad.
- Permite las combustiones (es comburente). Sin el oxígeno del aire, nada podría arder; el nitrógeno funciona como regulador que atempera las combustiones; en oxígeno puro, estas serían violentas y explosivas.
- Controla la temperatura. Por ejemplo, en la Luna, que no tiene atmósfera, los rayos solares calcinan la superficie, elevando la temperatura hasta 65°C, al no ser amortiguados por el colchón atmosférico; en la noche, la temperatura baja a niveles glaciales, de 200°C bajo cero (-200°C), puesto que no hay atmósfera que conserve el calor diurno.

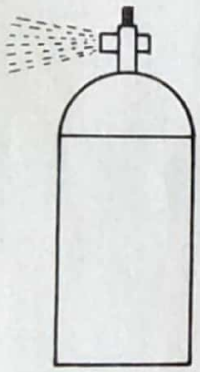
Escaneado con CamScanner

- Permite la propagación del sonido. Nuevamente comparemos con la Luna; en ella reina el silencio y nada se escucha, aun cuando se produzcan gritos y explosiones cercanas.
- Permite la intervención de diversos factores que determinan el clima. Además de la temperatura, en la atmósfera ocurren fenómenos que influyen en el clima: vientos, lluvias, nevadas, etcétera.
- Es factor determinante en el vuelo; la atmósfera es la base que sustenta los objetos voladores y planeadores, en su mayoría: aves, aeroplanos, paracaídas. En la Luna, solamente los cohetes a reacción podrían volar.
- Impide, en cierta medida, que se evaporen los líquidos. Si no hubiese una atmósfera, los mares se secarían casi instantáneamente, dejando un planeta tan seco y estéril como la Luna.

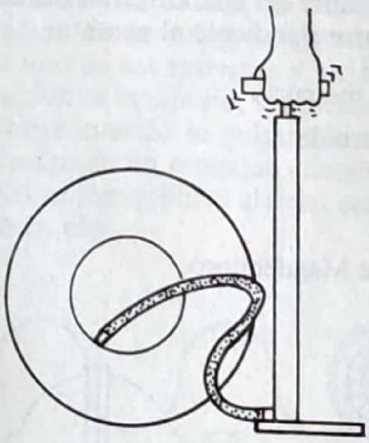
CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN

I. Escribe en el paréntesis la letra de la propiedad de los gases que se aplica en cada ilustración.

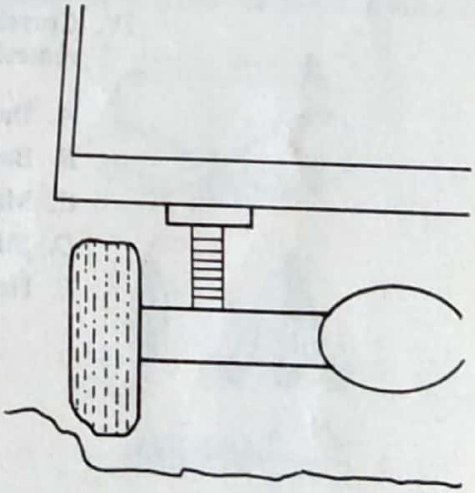
a) compresibilidad *b*) expansibilidad *c*) elasticidad



(b) Los gases tienden a ocupar el mayor volumen disponible.



(a) Los gases pueden reducir su volumen, bajo presión.



(c) Las cámaras neumáticas recuperan su forma al cesar la fuerza deformante.

II. Completa los siguientes enunciados escribiendo en el paréntesis la letra del complemento correcto:

(b) En los gases, como en los líquidos, las presiones se transmiten:

a) en dirección vertical *b*) en todas direcciones
c) en dirección longitudinal *d*) en dirección transversal

Escaneado con CamScanner

(a) La presión atmosférica se debe a:

a) el peso del aire *b*) las radiaciones solares

c) la energía acústica *d*) el aumento de temperatura

(b) En términos generales, la presión atmosférica es mayor:

a) a mayor latitud *b*) al nivel del mar

c) en el Ecuador *d*) en las montañas altas

(d) La presión de un gas que se encuentra encerrado en un recipiente se mide con un:

a) barómetro *b*) dinamómetro *c*) higrómetro *d*) manómetro

(a) En cambio, la presión atmosférica se mide con el aparato llamado:

a) barómetro *b*) dinamómetro *c*) higrómetro *d*) manómetro

III. Escribe al menos tres efectos en los que se manifieste la importancia de la atmósfera.

1) Evita que se evaporen los oceanos

2) Transmite el sonido

3) Regula la temperatura

IV. Correlaciona el nombre del aparato en su ilustración escribiendo en cada paréntesis la letra correspondiente al aparato:

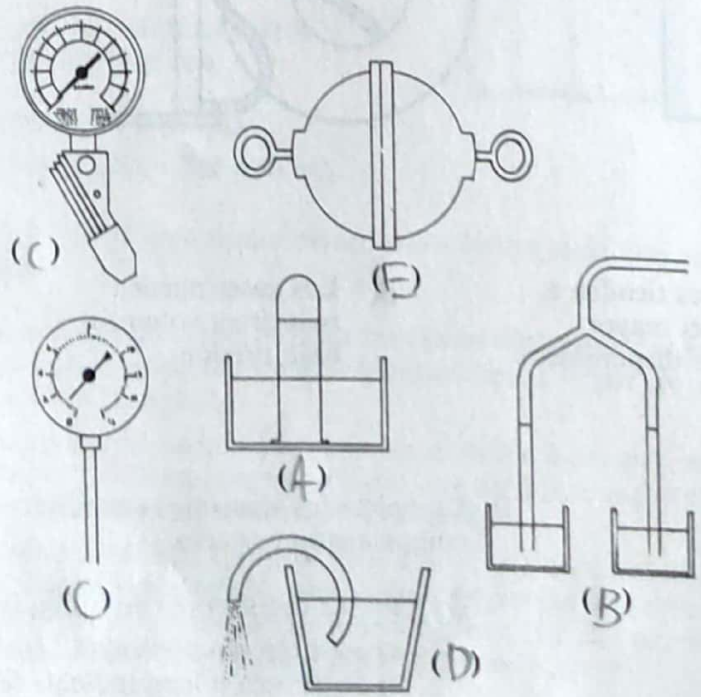
A. Barómetro de mercurio

B. Barómetro aneroide

C. Manómetro

D. Sifón

E. Hemisferios de Magdeburgo.



Escaneado con CamScanner

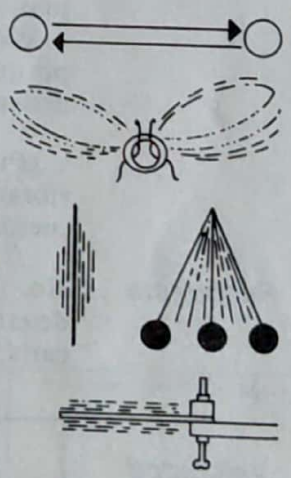
unidad 7

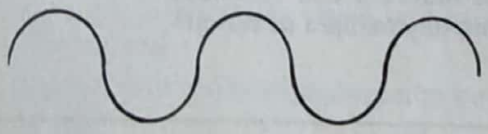
El sonido y las ondas

MOVIMIENTO VIBRATORIO ONDULATORIO

Las vibraciones son movimientos en los cuales los cuerpos móviles oscilan una y otra vez en torno a una posición de equilibrio.

Muchos son los ejemplos que habrás percibido de este tipo de movimientos: el aleteo de una mosca, la oscilación del péndulo de un reloj, una lámina sujeta por uno de sus extremos y alejada de su posición de equilibrio, las cuerdas de una guitarra cuando se pulsan, la superficie del agua de un estanque cuando se perturba su tranquilidad al dejar caer un objeto en ella.





MOVIMIENTO ONDULATORIO

> Llamaremos *ondulatorio* al tipo de movimiento en el que el cuerpo móvil tiene una posición central de equilibrio, del cual se aparta y vuelve a él una y otra vez.

7.1.1

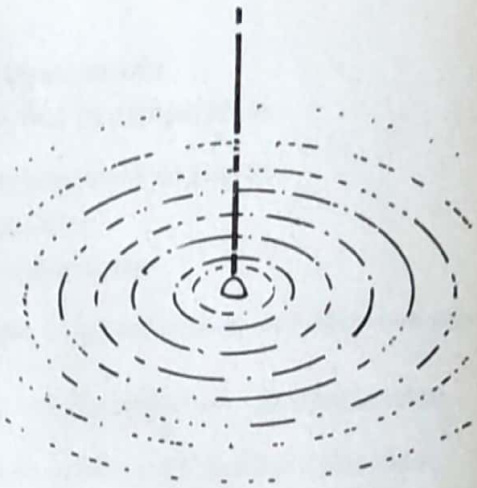
La gráfica representa un movimiento ondulatorio; es el perfil que en determinado momento adoptaría la superficie del agua perturbada o una cuerda que se hace oscilar.

En relación con este ejemplo, definiremos algunos conceptos que es preciso estudiar en el movimiento ondulatorio. Para comprenderlos, observa cuidosamente el fenómeno producido al perturbar la superficie del líquido o al agitar una cuerda.

Experimentos

En primer lugar, observa la primera de las olas que se producen al perturbar el agua.

Escaneado con CamScanner



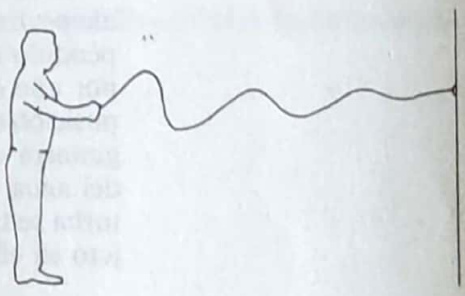
¿Qué distancia recorre en un segundo?

¿Puedes lograr que las olas avancen más rápido?

No, depende del material

O agita una cuerda que esté sujeta en un extremo. Observarás que a cada sacudida se forma una onda, parecida a las olas del mar, que avanza hacia el extremo sujeto.

Mide con un buen crónometro el tiempo que la onda tarda en llegar al otro extremo.



¿Puedes variar este tiempo, haciendo vibrar con mayor o menor rapidez la cuerda?

Respuesta No. La onda se mueve a una velocidad determinada y no hay manera de modificarla.

Velocidad de propagación

> Al movimiento aparente de la onda lo llamaremos *movimiento de propagación*; la distancia recorrida por la ola en la unidad de tiempo será la *velocidad de propagación*.

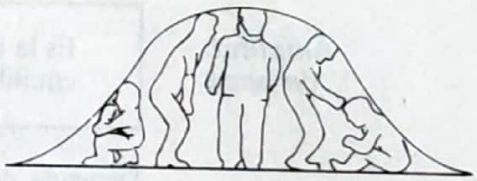
Habrás notado que al movimiento de propagación lo hemos llamado "aparente"; es decir, ese movimiento no es material. Expliquemos por qué:

Problema Cuando estás en el mar y ves una ola que se abalanza sobre ti, ¿es la misma agua que ves a la distancia la que te golpeará cuando te alcance la ola?

Respuesta No. El agua no avanza longitudinalmen-

Escaneado con CamScanner

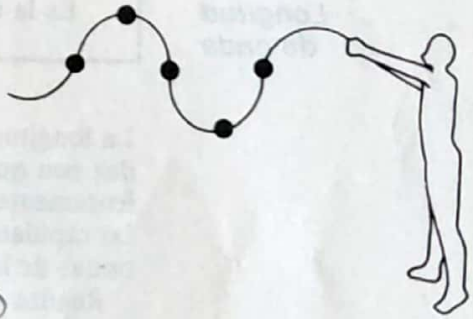
te. Cada molécula se mueve sólo de arriba hacia abajo, como en esas tablas gimnásticas en las que los participantes se estiran y se encogen simulando las olas del mar.



Para demostrar que el avance de las ondas es sólo aparente, realiza estas observaciones:

1. Coloca un barco de papel o un corcho sobre el líquido antes de realizar la observación (cuida de que no haya viento, porque ése sí empuja).
   Al producir el oleaje, ¿avanza el barco o el corcho en dirección de las olas?
   No, solo se mueve de arriba hacia abajo

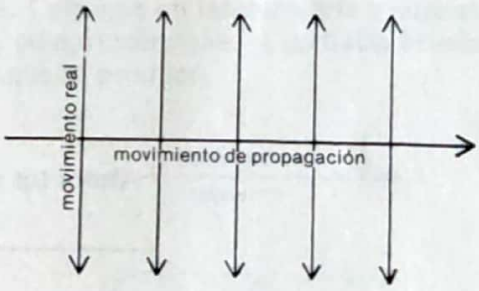
2. Haz algunos nudos en la cuerda que agitaste en el experimento anterior. ¿Se mueven los nudos, avanzando en dirección de las ondas, hacia el extremo opuesto?
   No, se mantienen estáticos
   ¿Cómo se mueven realmente los nudos?
   Arriba y hacia abajo



Respuestas

El barco, el corcho y los nudos no avanzan en la dirección de las ondas.

El movimiento real de las partículas es vertical en ambos casos, como se ilustra en el diagrama.

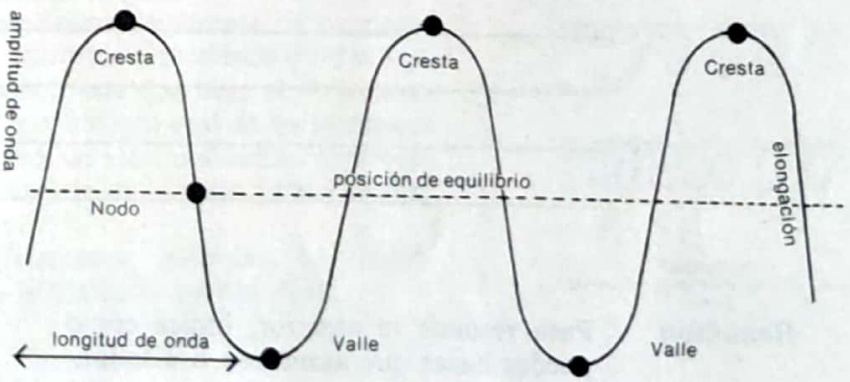


Las ondas se mueven en dirección horizontal.

Las partículas materiales se mueven en dirección vertical.

ELEMENTOS DE UNA ONDA

En cuanto a la gráfica del movimiento ondulatorio, distinguiremos en ella los siguientes elementos:



Escaneado con CamScanner

Amplitud de onda

Es la distancia máxima que recorren las partículas desde su posición de equilibrio.

Depende de la energía con que sacudas la cuerda. Podrás producir ondas de amplitud pequeña o grande.

Cresta

Es la posición extrema más alta que ocupa una partícula durante la vibración.

Valle

Es la posición extrema más baja que ocupa una partícula durante la vibración.

Nodo

Es la posición que la partícula tendría si no existiesen vibraciones.

Elongación

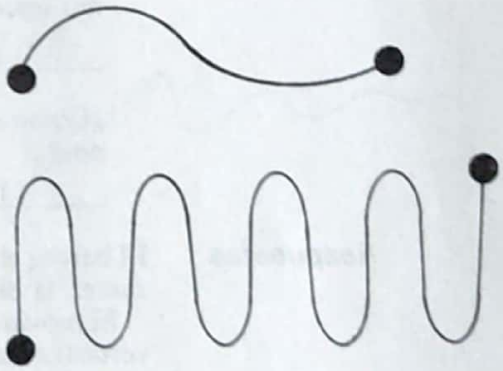
Es la distancia que hay en un momento dado entre la partícula y la posición de equilibrio.

Longitud de onda

Es la distancia entre dos crestas o dos valles consecutivos.

La longitud de onda depende de la rapidez con que agites la cuerda, si lo haces lentamente, la longitud será larga; si agitas rápidamente la cuerda, se producirán ondas de longitud corta.

Realiza experimentalmente el fenómeno para observar esto.



Anota tus conclusiones.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Resumen

Para resumir lo anterior, indica cómo puedes hacer que aumenten o disminu-

Escaneado con CamScanner

yan las magnitudes características de un cuerpo que vibra:

1. Velocidad de propagación de la onda
No se puede alterar y depende del material
2. Amplitud de la onda
Haciendo vibrar mas fuerte al objeto.
3. Longitud de la onda
Disminute mientras el objeto vibre mas rapido.

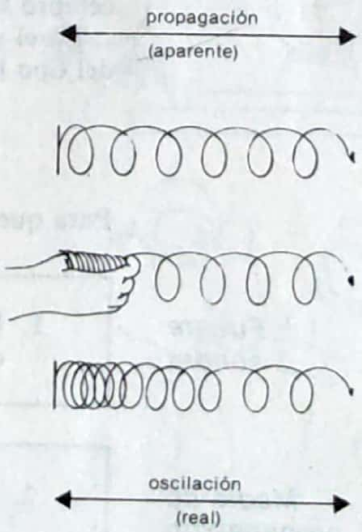
Respuestas

1. De ninguna manera. Las ondas se propagan con una velocidad que depende exclusivamente del cuerpo que vibra.
2. La amplitud será mayor cuanto mayor sea la energía con que se golpea, agita o sacude el cuerpo que vibra.
3. La longitud es menor cuanto mayor es la rapidez con la que se agita el cuerpo que vibra.

TIPOS DE VIBRACIONES

Vamos a observar otro tipo de vibraciones. Consigue un largo resorte y sujétalo por sus extremos. Recoge algunas espiras, comprimiéndolas, y suéltalas bruscamente. Observa el movimiento oscilatorio que se produce.

El movimiento se propaga hasta llegar al otro extremo del resorte y las espiras quedan oscilando hacia adelante y atrás. La diferencia en este caso es que el movimiento real de las espiras se produce en la misma dirección que el movimiento de propagación. No obstante debes observar que pese a ello los dos movimientos se pueden distinguir.



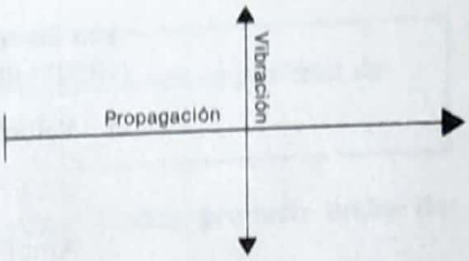
El movimiento aparente de propagación es uniforme y rectilíneo y no se suspende sino hasta que llega al otro extremo. El movimiento real de las espiras es oscilatorio: las espiras avanzan y retroceden dentro de un espacio relativamente pequeño.

Clasificaremos, entonces, los movimientos oscilatorios en dos tipos.

Escaneado con CamScanner

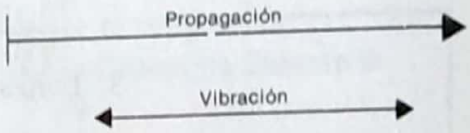
Vibraciones transversales

En las oscilaciones *transversales*, el movimiento ondulatorio es perpendicular al movimiento de propagación.



Vibraciones longitudinales

En las oscilaciones *longitudinales* el movimiento ondulatorio (vibración) es paralelo al movimiento de propagación.



¿QUÉ ES EL SONIDO?

El sonido

7.1.2

Los sonidos ocurren cuando la atmósfera vibra con determinada frecuencia.

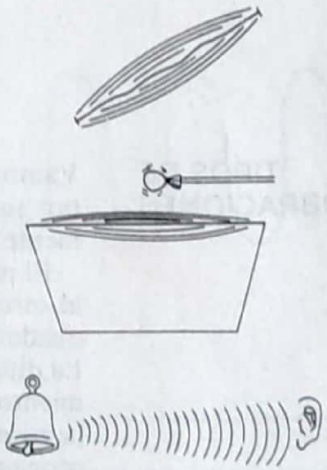
(Más adelante definiremos este concepto.)

Al agitar las cuerdas de un violín o golpear un tambor, esos cuerpos vibran y comunican su movimiento a la atmósfera.

El aire, entonces, vibra y produce ondas parecidas al oleaje del mar.

Nuestro oído está configurado para detectar esas vibraciones y producir en el cerebro las sensaciones sonoras.

En el sonido, la vibración del aire es del tipo longitudinal.



Para que exista un sonido, se necesitan dos cosas:

Fuente sonora

1. Un objeto que vibre (campana, cuerda de guitarra, tabla, etcétera) al cual se le llama *fuente sonora*.

Medio de propagación

2. Un medio de propagación (por lo general, el aire atmosférico) que transmita las vibraciones hasta nuestros oídos.

Escaneado con CamScanner

7.1.3 En algunos casos, el movimiento vibratorio es visible (como en el caso de la cuerda de un violín o, mejor aún, de un contrabajo).

En otros casos, la vibración no es perceptible mediante la vista (como en el caso de una campana), pero puedes sentir la vibración tocando la superficie sonora.

Comprueba que siempre que existe un sonido hay vibración del cuerpo sonoro. Mira o toca cuerpos sonoros como diapasones, la caja de una guitarra, las cuerdas del piano, el tambor, etcétera.

Hemos dicho que para percibir el sonido se precisa un medio de propagación.

Lo más frecuente es que oigamos a través del aire, pero también puede hacerse a través de otros materiales. Quizá alguna vez te hayan jugado una broma: golpear dos piedras dentro del agua cuando tú estás nadando.

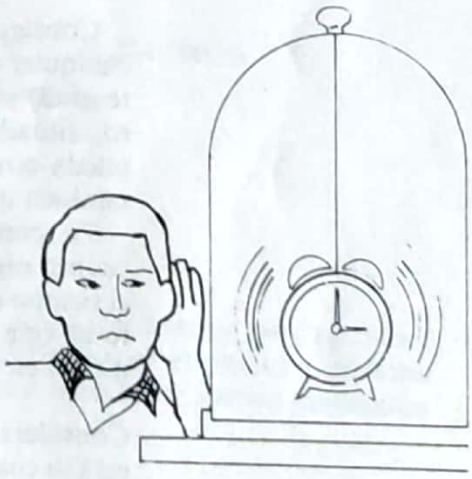
Oirás un estruendo mayor que si eso ocurriese en el aire.

En las películas habrás visto que los indios pegan el oído a la tierra para oír el galope de los caballos lejanos.

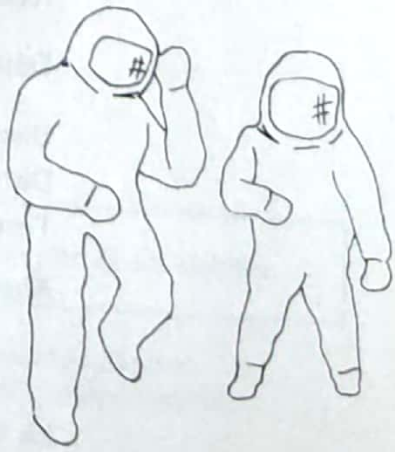
Los ferrocarriles se comunican, a veces, mediante golpes que dan a las vías del tren; el sonido se percibe a grandes distancias, con tal de que se aplique el oído directamente sobre los rieles. También puedes hacer esta observación golpeando la tubería o acercando el oído a ella.

En cambio, el sonido no se produce cuando no hay medio alguno de propagación. Se ha hecho el experimento de extraer todo el aire de una campana de vacío para notar que en esas condiciones no puede escucharse ningún sonido, aunque haya fuentes sonoras dentro de ella.

De no ser así, probablemente el Sol sería insoportablemente ruidoso, dadas las terribles explosiones atómicas que ocurren en su interior. Nos llega la luz, que sí se transmite a través del vacío interestelar, pero no el sonido.



En la Luna no hay atmósfera y por esta razón no podrían comunicarse dos astronautas mediante el sonido. Sólo pueden lograrlo a través de las ondas de radio, que al igual que la luz sí pueden atravesar el vacío.



Escaneado con CamScanner

7.1.4

VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DEL SONIDO

Cuando cae un rayo se producen simultáneamente luz (relámpago) y sonido (trueno).

Sin embargo, el relámpago se ve mucho antes de que escuchemos el trueno.

Eso se debe a que la luz se propaga casi instantáneamente, mientras que el sonido tarda algún tiempo en cruzar una distancia.

Seguramente habrás notado cuando ves un juego de fútbol, que el ruido del balón al ser golpeado se oye un instante después de que tus ojos ven la acción del golpe.

¿A qué se debe eso?

A que el sonido debe recorrer cierta distancia antes de ser percibido

Experimento

Vamos a tratar de medir la velocidad del sonido.

Consigue un silbato (o campana, o cualquier objeto que suene o simplemente grita) y un cronómetro. Un compañero, situado a la mayor distancia a que pueda oírse el sonido producido, tendrá también una fuente sonora.

Tu compañero tocará su silbato en cuanto oiga que tú tocaste el tuyo. Mide el tiempo que transcurre entre el momento en que tocas tu instrumento y el momento en el que oigas la respuesta.

Considera que en ese tiempo el sonido de tu instrumento tiene que ir hasta donde está tu compañero y luego debe regresar el sonido de la respuesta. La distancia por recorrer es el doble de la que te separa de tu compañero. Así que:

Datos

Distancia que te separa de tu compañero: _____ m

Distancia que recorrerá el sonido (el doble): _____ m

Tiempo que tardó el sonido en ir y venir: _____ seg

Ahora, calcula la velocidad del sonido con la fórmula que ya conoces:

$$v = \frac{d}{t} \quad \text{(velocidad = distancia ÷ tiempo)}$$

La velocidad que obtienes es de _____ m/seg.

Escaneado con CamScanner

Cuidadosas investigaciones han permitido saber que la velocidad con la que el sonido se propaga en el aire es de:

Velocidad de propagación del sonido en el aire

$$v = 340 \text{ m/s}$$

(La temperatura, la presión, la humedad del aire pueden hacer variar un poco este dato).

Problemas

1. Durante una tormenta se escuchó el trueno de un rayo 3 segundos después de que se observó el relámpago. ¿A qué distancia se produjo el rayo? (Considera el relámpago como instantáneo)

DATOS:	**FÓRMULA:**	**SUSTITUCIÓN:**
$v = 340$ m/seg	$v = \frac{d}{t}$	$340 = X$
$t = 3$ seg		$X = 3 \times 340$
$d = X$		$X = 1020$

$X = 1\,020$. El rayo se produjo a una distancia de 1 020 m.

2. Se dice que un avión es *supersónico* cuando vuela a mayor velocidad que el sonido. ¿Cuántos km/hora debe alcanzar un avión para tener derecho a llamarse así?

Una hora tiene 3 600 seg.

En ese tiempo, el sonido recorre $3\,600 \times 340$ m $= 1\,224\,000$ m

O sea que la velocidad debe ser mayor de 1 224 km/h.

CARACTERÍSTICAS DEL SONIDO

7.2.1 CUALIDADES DEL SONIDO

Nuestro oído percibe distintas clases de sonido, unos son fuertes, otros débiles; unos son graves, otros agudos; incluso podemos reconocer el objeto o persona que emitió el sonido. Esas diferencias que podemos apreciar se llaman *cualidades del sonido,* y son tres:

- Intensidad
- Timbre
- Tono

Intensidad

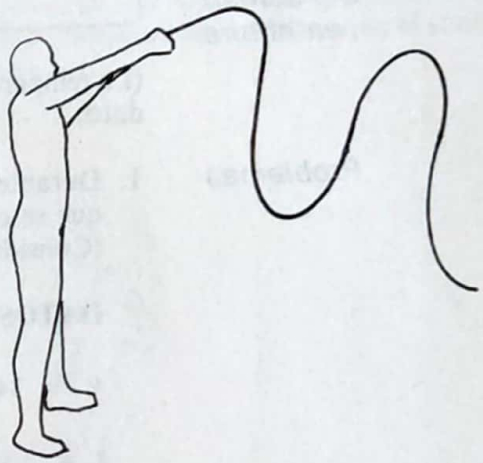
La *intensidad* nos permite distinguir los sonidos fuertes de los débiles.

El rumor del follaje y el murmullo de un arroyo son sonidos débiles.
El estampido del trueno y la explosión del cañón son sonidos fuertes.

Escaneado con CamScanner

La intensidad se debe a la energía puesta en juego al agitar la fuente sonora.

En el experimento de la cuerda observaste que, si la sacudes con fuerza, la cuerda realizará un movimiento de gran amplitud de onda.



En general, la intensidad del sonido depende de la amplitud de la onda, y ésta a su vez depende de la energía puesta en juego.

7.2.4 *Unidad de intensidad*

La intensidad del sonido se mide en decibeles (dB).

La intensidad puede ser tan baja que no llegue a ser percibida por el oído; o tan alta que produzca sensaciones dolorosas, lesiones o aun la rotura del tímpano, dejando a la víctima en la sordera (esta sordera puede ser instantánea con un sonido excepcionalmente ruidoso; o gradual, por la exposición a sonidos no muy intensos, pero prolongados, como en el caso del aficionado a la música ruidosa).

A continuación se da una tabla que especifica algunos valores correspondientes a determinados sonidos o ruidos:

Niveles de sonidos comunes (dB)

	INTENSIDAD
Umbral de audición	0
Hojas arrugadas	20
Conversación a 1 metro	40
Comercio ruidoso	65
Metro	100
Umbral del dolor	120

En general, se considera que los sonidos son:

Escaneado con CamScanner

Débiles: de 10 a 30 dB
Moderados: de 40 a 60 dB
Fuertes: de 70 a 80 dB
Muy fuertes: de 90 a 110 dB
Dolorosos: de 120 dB en adelante

Las dos últimas categorías son perjudiciales para el oído.

Timbre

El timbre es la cualidad que nos permite identificar la diversidad de fuentes sonoras.

Cuando escuchamos una orquesta, podemos identificar los sonidos que provienen del violín, de la guitarra, del piano, de la flauta o de los timbales.

Experimento

1. Tápate los ojos y pide a tus compañeros que te hablen o que canten una canción.

   ¿Puedes reconocer cuál de tus compañeros habla o canta? _____

   Pídeles que golpeen algún objeto cercano:
   Madera, lámina, cartón.

   ¿Puedes reconocer el objeto que fue golpeado? _____

   Por último, pídeles que toquen algún instrumento.

   ¿Reconoces el sonido del instrumento tocado? _____

   ¿Qué cualidad del sonido te permitió identificar la fuente sonora en cada caso?

   _____

Respuesta

En todos los casos se utilizó el timbre.

2. Algunos actores se han hecho famosos por su habilidad para imitar el timbre de personas famosas u objetos sonoros.

   ¿Puedes imitar el *timbre* de tus compañeros, o de algunos animales o cosas? Inténtalo.

El timbre se debe a que cada instrumento sonoro está formado por varias partes, cada una de las cuales produce un sonido.

Así, al tocar una guitarra vibran la cuerda, la caja y el brazo, y el conjunto de todos esos sonidos forma la armonía típica del instrumento.

Tono

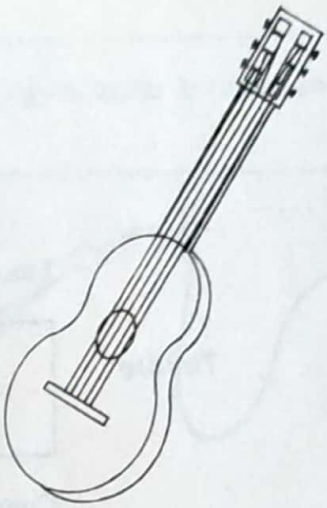
El tono, entonación o altura de los sonidos, nos permite distinguir los sonidos agudos y los graves.

El tono depende de la *frecuencia* o número de vibraciones por segundo que realiza la fuente sonora.

Escaneado con CamScanner

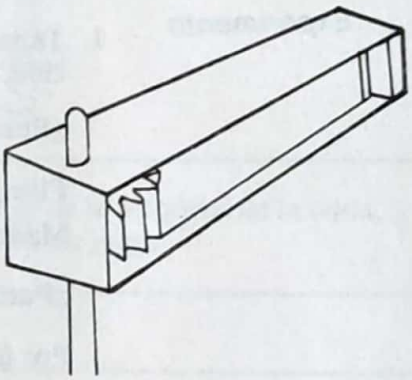
Para verificarlo, observa cómo vibran las cuerdas de una guitarra, las cuerdas gruesas vibran lentamente, si se comparan con las cuerdas delgadas. En consecuencia, las gruesas producen sonidos graves y las delgadas sonidos agudos.

No obstante, si tensas más las cuerdas verás cómo su vibración se vuelve más rápida y su sonido más agudo.



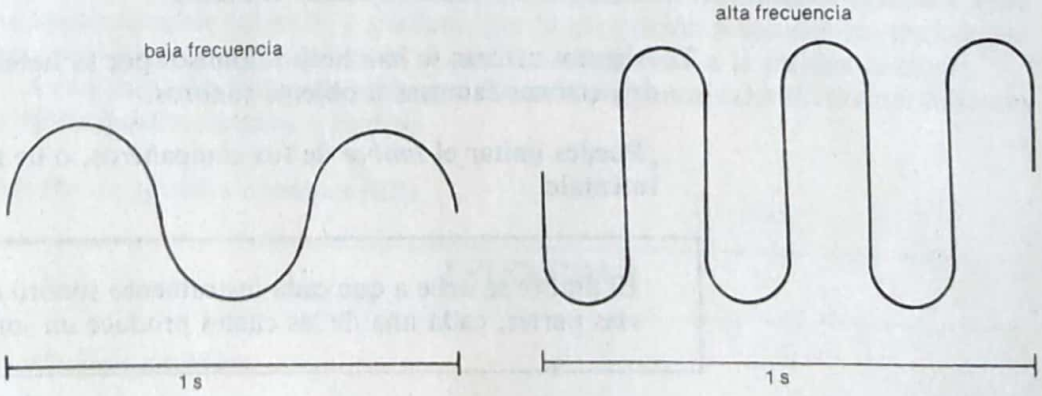
También puedes observar una matraca: La paleta de madera es agitada por una rueda dentada, produciéndose el sonido característico de este juguete.

Pues bien, observa que cuanto mayor es la rapidez con la que se revoluciona la matraca, más agudo es el sonido que se produce.

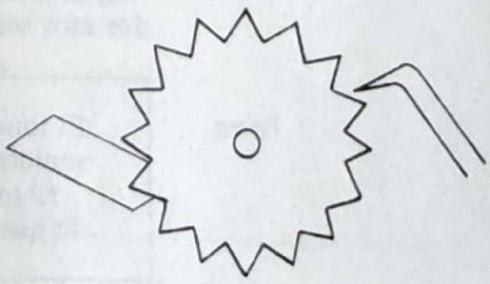


Frecuencia

La frecuencia es el número de vibraciones que se producen por segundo.



La rueda de Savart es, de hecho, el mismo aparato que la matraca: una rueda dentada que golpea con sus dientes una cartulina y que produce un sonido tanto más alto cuanto mayor es la velocidad de rotación del disco.



Escaneado con CamScanner

Las voces humanas se diferencian también, además del timbre, en su entonación o altura.

Así, la voz femenina produce sonidos más agudos que la del hombre. Pero aun entre las personas del mismo sexo existen diferencias de tesitura; es decir, de la escala de los sonidos que se pueden emitir.

Así, los cantantes se clasifican en bajos, tenores, barítonos, sopranos y contraltos.

7.2.2

SONIDOS Y RUIDOS

Algunos sonidos de diversa entonación producen sensaciones agradables cuando se escuchan juntos. En música, es muy apreciada la combinación de las notas do, mi y sol, combinación a la cual se le llama el "acorde perfecto".

En cambio, combinaciones como fa, si, do, suenan desagradablemente; eso se debe a que las frecuencias de esas notas no armonizan; se dice que son discordes.

Cuando se construye un instrumento musical, se tiene mucho cuidado en que el conjunto de sonidos que producen las diversas partes del instrumento sea armonioso, agradable de escuchar. Los violines "Guarnerius" y "Stradivarius" son considerados insuperables por lo armonioso de su timbre; es decir, por lo agradable del acorde resultante de los sonidos de las piezas del instrumento.

Cuando el timbre es desagradable, se dice que la fuente sonora produce *ruido* en lugar de sonido.

Esto es:

> El sonido es agradable y se produce cuando los armónicos son concordantes.
>
> El ruido es desagradable y se produce cuando los sonidos son discordes.

La mayor parte de los objetos sonoros producen ruidos; un cañón, una motocicleta, un camión, etcétera. Sólo producen sonidos más o menos agradables los instrumentos musicales, la voz humana, las campanas y timbres.

AUDIBILIDAD

7.2.3

LÍMITES DE AUDIBILIDAD

Existen sonidos que tú no puedes escuchar, aun cuando sean de gran intensidad.

El oído sólo puede escuchar sonidos cuya frecuencia sea de 16 a 20 000 vibraciones por segundo.

Arriba de este último valor se generan los *ultrasonidos,* que son vibraciones que el oído humano no puede escuchar. Algunos animales como el perro, el murciélago y el delfín alcanzan a percibir sonidos de alta frecuencia.

Problema

¿Has oído decir que existen "silbatos para perros", que el hombre no puede escuchar, pero los perros sí?

¿Cómo crees que funcionen? Estan diseñados de tal manera que el aire es acelerado y expulsado a altas velocidades, emitiendo un sonido fuera del rango detectable para el humano.

Escaneado con CamScanner

Respuesta Los silbatos para perros funcionan produciendo sonidos cuya frecuencia es de unas 24 000 vibraciones por segundo, que aún están al alcance del oído de los perros.

ECO Y RESONANCIA

7.3.1

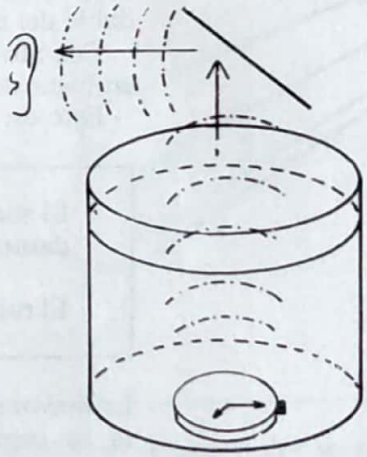
REFLEXIÓN DEL SONIDO

Si lanzas una pelota contra la pared, observarás que rebota contra ella. Cuando la luz llega a un espejo, ocurre un fenómeno parecido: la luz "rebota", con lo que origina la llamada "reflexión de la luz".

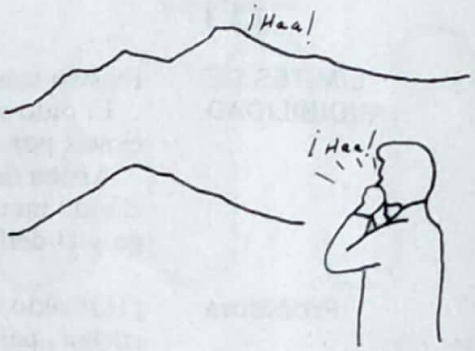
Lo mismo ocurre con el sonido, cuyas ondas son rechazadas si encuentran una superficie compacta, dando lugar el fenómeno llamado *reflexión del sonido*.

Experimento Coloca un reloj en el fondo de un recipiente de cristal. Con un espejo podrás dirigir hacia varios lados el sonido producido por el tictac del reloj, igual que podrías dirigir un rayo luminoso.

Este experimento nos permite observar el fenómeno llamado reflexión del sonido.



También habrás experimentado, en alguna ocasión, el fenómeno llamado *eco*. Cuando gritas frente a una pared, una montaña, una cortina de árboles, poco después escucharás un sonido que repite tu grito, y aun palabras completas.

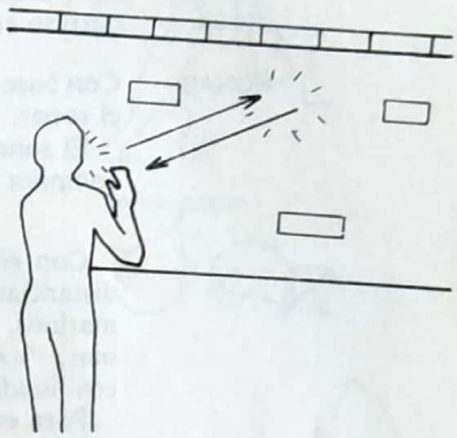


Pero habrás observado que el eco no se percibe sino cuando la pared reflectora está a una distancia suficientemente lejana.

Esto se debe a que, para que puedas percibir dos sonidos como distintos, es preciso que uno ocurra al menos 1/10 de segundo después. Por ejemplo, si sonaron dos balazos con un intervalo menor escucharías uno solo, pues tu oído no alcanzaría a diferenciarlos.

Escaneado con CamScanner

Si gritas frente a una pared que esté a 5 m de distancia, el sonido tendrá que recorrer, entre ida y regreso, un total de 10 m.



Problemas

1. ¿Qué tiempo tardará el sonido en recorrer esos 10 metros?

DATOS

tiempo = X

distancia = 10 m

velocidad = 340 m/s

FÓRMULA

$$V = \frac{d}{t}$$

SUSTITUCIÓN:

$$340 = \frac{10}{X}$$

OPERACIÓN:

$$X = \frac{10}{340}$$

Resultado

El sonido tarda $\frac{1}{34}$ de segundo en regresar. Como el intervalo es menor que 1/10 de segundo, no se escuchará como distinto, sino que será sólo un rumor que se agregará al grito inicial.

2. ¿A qué distancia debe estar la pared para que el eco pueda percibirse como distinto?

DATOS:

t = 0.1 s

d = X

V = 340 m/s

FÓRMULA:

$$V = \frac{d}{t}$$

Sustitución

$$340 = \frac{X}{0.1}$$

OPERACIÓN:

$$X = 340 \times 0.1$$

$$X = 34 \text{ m}$$

Resultado

La distancia que debe recorrer el sonido es de 34 m entre ida y regreso. Por lo tanto, la pared deberá estar a una distancia mínima de 17 m.

3. Se disparó un cañonazo frente a una montaña, y el eco se escuchó 3 segundos después.
¿A qué distancia se encontraba la montaña?

DATOS

t = 3 s

d = X

V = 340 m/s

FÓRMULA:

$$V = \frac{d}{t}$$

Sustitución:

$$340 = \frac{X}{3}$$

OPERACIONES:

$$X = 3 \times 340$$

$$X = 1020$$

Escaneado con CamScanner

Resultado El sonido recorrió 1 020 m entre ida y vuelta, así es que la montaña estaba a 510 m de distancia.

Este último problema demuestra que, si producimos un sonido, podemos investigar a qué distancia se encuentra la pared reflectora midiendo el tiempo transcurrido entre el sonido y el eco.

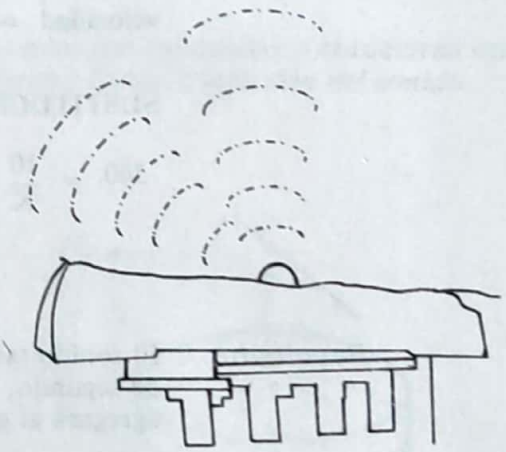
SONAR Con base en esto, se ha ideado un curioso aparato que sirve para medir distancias: el sonar.

El sonar es un aparato que produce sonidos, registra el eco, mide el tiempo y computa la distancia a la que se encuentra la pared reflectora.

Con ello determina automáticamente distancias y profundidades, detecta submarinos, barcos de pesca, el fondo del mar, "icebergs", costas cercanas y barcos hundidos.

Para evitar la molestia de un aparato ruidoso, el sonar produce *ultrasonidos*.

¿Recuerdas qué es esto?



Problema El sonar de un barco registró el eco producido por el fondo del mar 1.4 seg después de emitido el ultrasonido.
¿Cuál es la profundidad del mar?

DATOS:	**FÓRMULA:**	**OPERACIONES:**
$t = 1.4\ s$	$v = \frac{d}{t}$	$X = 1.4 \times 1\,500$
$d = X$	Sustitución:	
$v = 1\,500\ m/s$	$1\,500 = \frac{X}{1.4}$	$X = 2\,100\ m$

Resultado El sonido recorrió 2 100 m en la ida y el regreso, así que la profundidad del mar era de 1 050 m.

(¿Por qué usamos v = 1 500 m/s?)

Esa es la velocidad de propagación en el agua.

7.3.2

RESONANCIA El rebote del sonido contra un cuerpo puede hacer que éste a su vez se ponga a vibrar y emita sonidos.

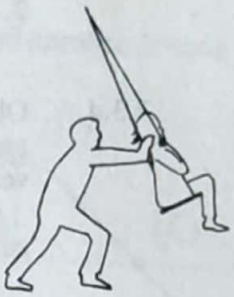
Este fenómeno se llama *resonancia*.

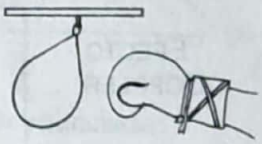
Escaneado con CamScanner

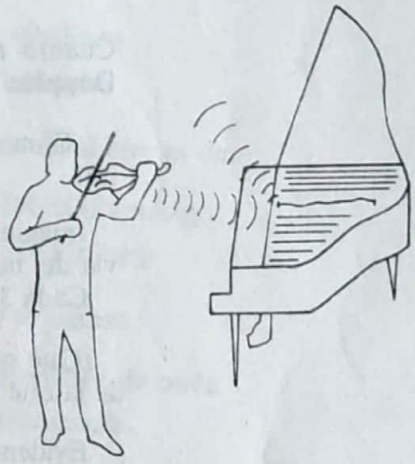
Pero hay que tomar en cuenta una circunstancia adicional: cuando juegas al columpio, te habrás dado cuenta de que los impulsos deben proporcionarse en el momento adecuado, a un ritmo acorde con el balanceo, pues de otra manera sólo se logrará perturbar el movimiento oscilatorio o detenerlo.

La perilla de entrenamiento que usan los boxeadores (punching ball) es otro ejemplo: si se golpea con el ritmo adecuado, la pelota rebotará rítmicamente. En el fenómeno de resonancia, un cuerpo vibra cuando ondas sonoras producidas por otro cuerpo lo golpean con el ritmo adecuado: es decir, cuando uno y otros cuerpos vibran con la misma entonación.

Así, si se toca la nota *la* con un violín en las cercanías de un piano, resonará la cuerda del segundo que esté templada para tocar esa misma nota.







7.3.3

REVERBERACIÓN

La reflexión del sonido también nos permite explicar por qué los sonidos se escuchan con más intensidad cuando se producen dentro de un espacio cerrado. Esto se debe a que las paredes reflejan el sonido y hacen que se escuche con mayor intensidad.

Este fenómeno de reflexión se llama *reverberación*. Si las paredes están demasiado lejos (17 m) se produce el eco, y con ello se percibirá una confusión de sonidos que sería inconveniente en un salón de conferencias o una sala de conciertos; si la distancia es menor, los ruidos reflejados no serán escuchados distintamente pero formarán un rumor en torno a los sonidos originales, que imposibilitará comprender las palabras.

Ese rumor confuso perjudica la audición. En las salas acústicas se evita la resonancia forrando las paredes con cortinas, o bien con material poroso que absorba las ondas acústicas no deseadas. Si la distancia es aún más corta, la reverberación ocurre casi inmediatamente después del sonido original; en este caso, resulta benéfica y aprovechable, puesto que refuerza la intensidad del sonido original. A esto se debe que los instrumentos musicales suelen tener una *caja de resonancia,* en la que los sonidos producidos por el instrumento reverberan y comunican una impresión audible.

Experimentos

1. Toca cuerdas de guitarra, violín o piano libres y verás cómo, además de que no producen el timbre propio de estos instrumentos, lo hacen con mucho menor intensidad que cuando están frente o dentro de su caja de resonancia.

Escaneado con CamScanner

2. Haz lo mismo con la boquilla de un clarín, y compara el sonido con el que produce el clarín completo.

7.3.4 Observa cómo suena el claxon de un automóvil o el silbato de una locomotora que pasan velozmente a tu lado. Nota cómo el sonido se vuelve más grave cuando el vehículo se aleja de ti.

Compara también el sonido del vehículo inmóvil con el sonido agudo que emite cuando se acerca a ti.

EFECTO DOPPLER

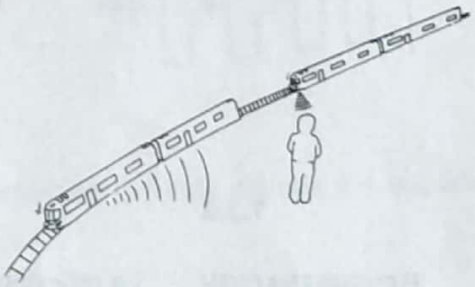
> El fenómeno llamado *efecto Doppler* consiste en que un sonido se vuelve más agudo cuando la fuente sonora se acerca al que escucha, y se vuelve más grave cuando la fuente sonora se aleja.

Cuanto mayor es la velocidad de la fuente sonora más sensible es el efecto Doppler.

¿Cómo explicar este curioso fenómeno?

Imagina que éstas de pie al lado de la vía del metro.

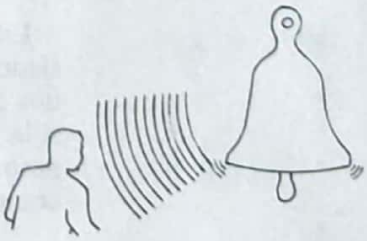
Cada 3 minutos pasa un tren.



¿Qué ocurre si corres en la dirección de la que vienen los trenes?

Evidentemente, verás pasar los trenes con mayor frecuencia. Puedes llegar a ver que los trenes pasan cada 2 minutos, o cada minuto, si tu velocidad es suficiente.

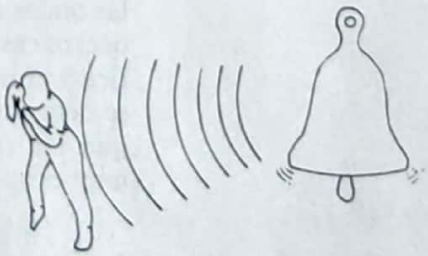
¿Y qué ocurre si corres en la dirección hacia la que van los trenes?



Por el contrario, éstos pasarán con menor frecuencia; si llegas a alcanzar la velocidad a la que éstos se desplazan, no volverás a ver ninguno de ellos.

En el efecto Doppler ocurre algo similar: si corres hacia la fuente sonora (o ésta corre hacia ti, que para el caso es lo mismo), recibirás ondas sonoras con mayor frecuencia que si estuvieras quieto.

Por el contrario, si te alejas de la fuente sonora (o ésta se aleja de ti), las ondas sonoras que te alcancen serán menos (menor frecuencia) que si estuvieses quieto.



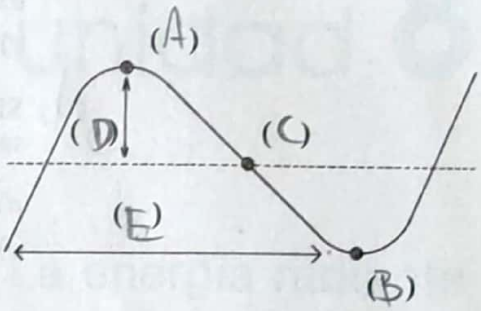
Las diferentes frecuencias, como ya hemos dicho, se traducen en diferentes entonaciones. Ésa es la explicación del efecto Doppler.

Escaneado con CamScanner

CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN

I. Escribe en los paréntesis la letra correspondiente al nombre de cada elemento de la onda:

A. Cresta
B. Valle
C. Nodo
D. Amplitud de onda
E. Longitud de onda
F. Frecuencia



II. Escribe en el paréntesis la letra que completa cada enunciado:

(C) El sonido se debe a un movimiento
a) circular *b*) rectilíneo
c) ondulatorio *d*) pendular

(a) La velocidad de propagación del sonido en el aire es de:
a) 340 m/seg *b*) 300 000 km/seg
c) 1 500 m/seg *d*) 314 km/seg

(d) El número de vibraciones por segundo se llama:
a) longitud de onda *b*) amplitud de onda
c) periodo *d*) frecuencia

(B) La parte de la Física que estudia el sonido se llama:
a) Óptica *b*) Acústica
c) Mecánica *d*) Hidráulica

(a) La característica del sonido que nos permite reconocer la fuente sonora es:
a) timbre *b*) intensidad
c) entonación *d*) tono

(e) La intensidad del sonido se mide en unidades llamadas:
a) vatios *b*) newtons
c) decibelios *d*) voltios

(C) La frecuencia del movimiento ondulatorio determina la característica del sonido llamada:
a) entonación *b*) timbre
c) intensidad *d*) duración

(b) Para que se produzca un eco, la pared reflectora del sonido debe estar a una distancia mínima de:
a) 340 m *b*) 17 m *c*) 100 m *d*) 300 000 km

Escaneado con CamScanner

(c) El sonido sólo puede escucharse cuando la frecuencia no es mayor de:

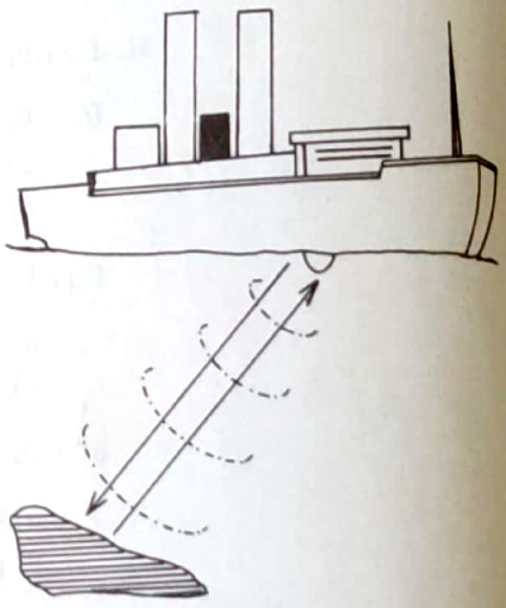
a) 20 000 vibraciones/segundo
b) 16 ciclos
c) 340 Hz
d) 196 m

(d) Si dos cuerpos vibran con la misma frecuencia, al sonar uno se produce también un sonido en el otro, por el fenómeno de:

a) reverberación
b) eco
c) inducción
d) resonancia

III. Resuelve los siguientes problemas:

1. Un aparato de sonar registra la presencia de una pared reflectora; el ultrasonido emitido tarda 1.2 seg en regresar. Si la velocidad de propagación del ultrasonido en el agua es de 1 500 m/seg, ¿a qué distancia se encuentra la pared reflectora?



FÓRMULA: $V = \frac{d}{T}$

SUSTITUCIÓN: $1500\,m/seg = \frac{d}{1.2}$

RESULTADO: $V \cdot T = d$; $1500 \times 1.2 = 1800\,m$

2. Un observador mira a un obrero que golpea un yunque. Advierte que el sonido se escucha 1.4 seg después del golpe.

¿A qué distancia se encuentra el obrero?

FÓRMULA: $V = \frac{d}{T}$

SUSTITUCIÓN: $340\,m/s = \frac{d}{1.4}$

RESULTADO: $T = V \cdot d$; $340\,m/s \cdot 1.4\,s = 476\,m$

Escaneado con CamScanner

unidad 8

La energía radiante

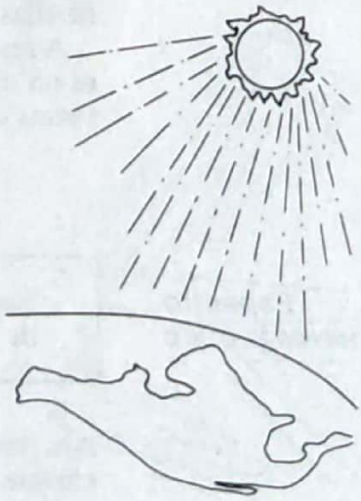
8.1.1 Podemos considerar al Sol como una inmensa hornaza atómica que produce casi la totalidad de la energía que se consume en nuestro planeta.

Las siguientes formas de energía provienen del Sol: la furia de los vientos y la violencia del oleaje de los mares. . .; las catastróficas sacudidas de la corteza terrestre durante los terremotos, las tormentas eléctricas, la energía almacenada en los combustibles, los alimentos y los explosivos; la brisa que mueve las hojas de los árboles, el cauce torrencial de los ríos, el aletear de los pájaros y de los mosquitos. . , el vibrar de nuestras máquinas y de nuestros propios cuerpos. . .

En fin, todo lo que se mueve o que se transforma en nuestro planeta lo hace gracias a la energía que nos llega del Sol.

Parte de esa energía nos fue enviada hace apenas unos 8 minutos, pero también usamos energía que pudo haber llegado hace 4 500 millones de años y que se almacenó en las rocas, en el aire, en el agua, en las nubes o en los cuerpos de los organismos fósiles.

Pero. . . ¿Cómo llegó hasta nosotros ese inagotable caudal de energía?



Nos llegó en forma de radiaciones; es decir, el Sol envió a través del espacio vacío rayos que se dispersaron en todas direcciones; una pequeña parte de ese inmenso derroche de energía vibrante llegó a la Tierra.

Escaneado con CamScanner

Energía radiante

Llamamos *energía radiante* al conjunto de vibraciones que cruzan el espacio, procedentes del Sol y de las otras estrellas. También existen pequeñas fuentes de energía radiante: las hogueras, las emisoras de radio, los cuerpos luminosos y las bombas atómicas, entre otras.

En esta unidad estudiaremos, sobre todo, la luz, que es la forma más perceptible de la energía radiante.

Óptica

A la parte de la Física que estudia la luz, le damos el nombre de *Óptica.*

Pero empezaremos por aclarar que la luz no es la única forma de energía radiante. Tenemos también: el calor (rayos infrarrojos), los rayos ultravioleta, los rayos X, los rayos gamma y los rayos cósmicos.

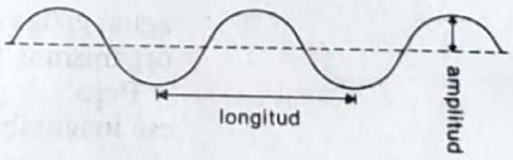
Todas esas formas de energía son, en el fondo, una misma cosa: ondas electromagnéticas procedentes del Sol o de alguna de las otras fuentes mencionadas.

Ondas electromagnéticas

La energía radiante es un conjunto de rayos que se propagan con movimiento ondulatorio a una velocidad de 300 000 km/seg. A ese movimiento se le da el nombre de onda electromagnética.

Como todo movimiento ondulatorio, las ondas electromagnéticas tienen longitud y amplitud de onda.

La longitud de onda es la cualidad que caracteriza a cada tipo de energía radiante. Hay algunas ondas de longitud tan pequeña que en un milímetro cabrían varios millones de ellas; otras son tan largas que su longitud cubre varios kilómetros.



Las ondas electromagnéticas se clasifican según su longitud, la cual determina la forma cómo las detectamos (ojos, piel, aparatos) y la utilidad (o perjuicios) que de ellas recibimos.

A reserva de explicar en otro curso qué es un espectro, por ahora nos contentaremos con decir que:

Espectro electromagnético

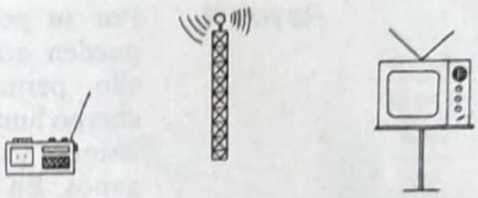
Espectro electromagnético es el conjunto ordenado, según su longitud de onda, de las radiaciones electromagnéticas.

Así, tendremos los siguientes tipos de energía radiante:

Escaneado con CamScanner

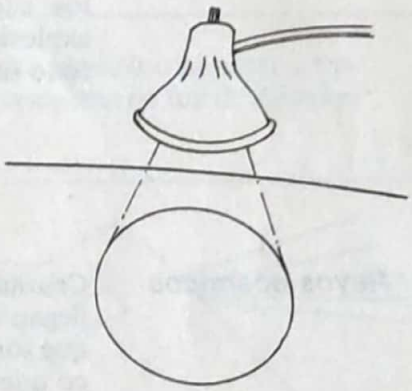
Ondas de radio

Son las de mayor longitud. Mediante esta forma de energía, sólo perceptible con receptores de radio y televisión, se transmiten los programas radiofónicos y de televisión.



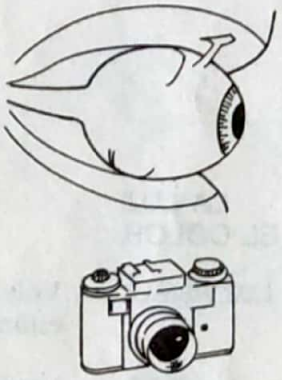
Rayos infrarrojos

Los percibimos en forma de calor y que se emite, además, con lámparas especiales llamadas infrarrojas.



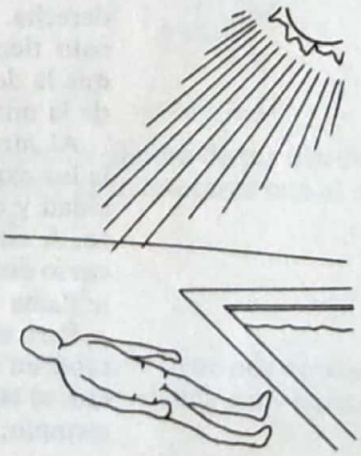
Luz visible

Su longitud de onda está comprendida entre 4 000 y 7 500 angstrom (un angstrom es la cienmillonésima parte de un centímetro). Es la forma más conocida de energía radiante y la detectamos mediante los ojos y aparatos fotográficos, aunque estos últimos también pueden captar o convertir en imágenes los rayos infrarrojos, los rayos X y ultravioletas. Concretamente, la fotografía capta ondas de 10 a 13 000 angstroms.



Rayos ultravioleta

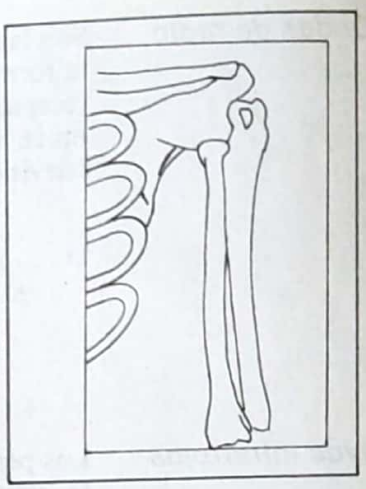
También se llaman "luz negra" o "luz invisible". Son los causantes de las alteraciones en nuestra piel cuando nos asoleamos. Pero son benéficos porque matan los gérmenes patógenos y nos permiten sistetizar la vitamina D, que evita el raquitismo. Son, pues, muy importantes para la salud.



Escaneado con CamScanner

Rayos X

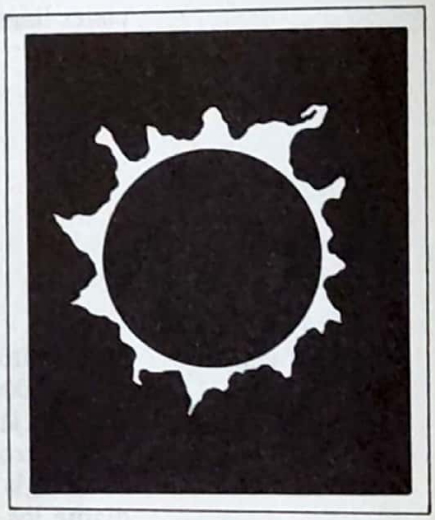
Por su pequeñísima longitud de onda pueden atravesar cuerpos opacos. Por ello, permiten observar el interior del cuerpo humano para detectar anomalías, lesiones y mal funcionamiento de los órganos. En la industria, se usan para observar el interior de máquinas y artículos manufacturados. A este grupo pertenecen también los *rayos gamma,* emitidos por los cuerpos radiactivos y durante las explosiones atómicas. Son letales para todo organismo vivo.



Rayos cósmicos

Cruzan el espacio exterior pero rara vez llegan a la superficie de la Tierra, dado que son detenidos por el campo magnético que la rodea.

Las ondas electromagnéticas se propagan a la misma velocidad que la luz: 300 000 km/s, aproximadamente.



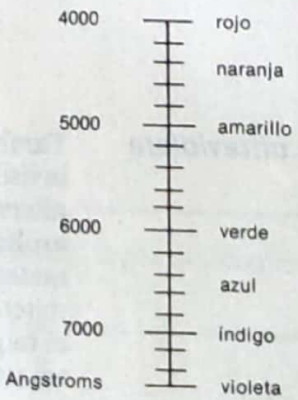
LA LUZ Y EL COLOR

LUZ VISIBLE

Volvamos al tipo de energía radiante llamado luz visible, cuyas longitudes de onda están comprendidas entre 4 000 y 7 500 angstrom.

8.1.2 Las luces de diferente longitud de onda son percibidas como distintas, gracias a la característica llamada *color*.

Se ha descubierto que a cada color le corresponde una determinada longitud de onda, conforme a la tabla que se da a la derecha. Así, vemos que la luz de color rojo tiene longitud de onda más larga que la de la luz violeta, que es poco más de la mitad de la primera.



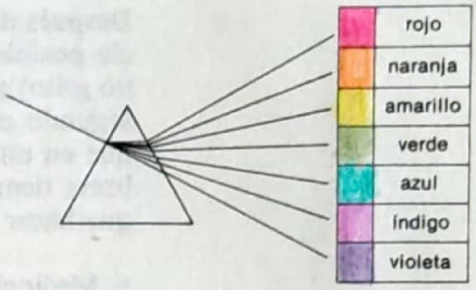
Al atravesar un cuerpo transparente, la luz experimenta un cambio en su velocidad y en la dirección de su movimiento. A este fenómeno, que en el próximo curso estudiaremos con mayor detalle, se le llama *refracción*.

Pero el cambio de dirección es más notable en los rayos de longitud corta. Por eso, al atravesar un prisma de vidrio, por ejemplo, los rayos de luz se dispersan se-

Escaneado con CamScanner

gún su longitud de onda, produciendo el bello fenómeno que llamamos *dispersión de la luz* (lo que contemplamos después de la lluvia, cuando nos colocamos de espaldas al Sol, y lo llamamos *arco iris*).

Pinta la tabla de la derecha con los colores indicados, para tener una imagen de la dispersión de la luz.

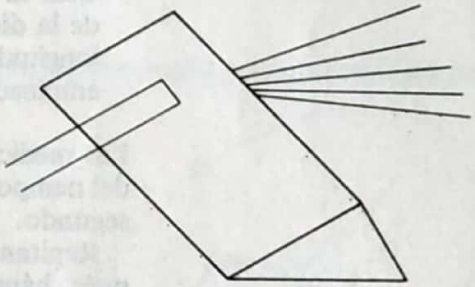


En síntesis:

Dispersión de la luz

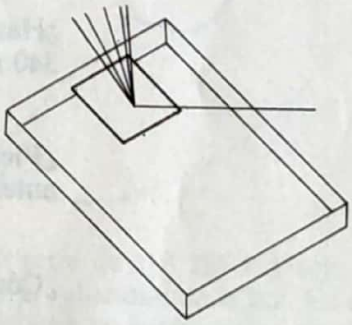
> La dispersión de la luz consiste en que un rayo luminoso al pasar a través de un objeto transparente puede descomponerse en luz de diversos colores.

PRISMA ÓPTICO



La descomposición de la luz puede lograrse con cualquier objeto transparente cuyas caras formen un ángulo y que recibe el nombre de *prisma óptico*.

A falta de un prisma óptico, el experimento puede hacerse con un recipiente con agua y un espejo en la forma que se explica a continuación.

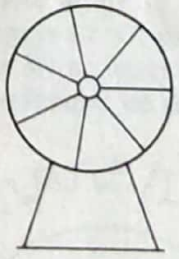


Coloca un espejo en posición inclinada dentro del recipiente con agua, dejándolo expuesto a la luz del Sol.

En cierta posición, el dispositivo funcionará como prisma óptico y se verá, al refractarse los rayos luminosos, una imagen irisada sobre los objetos cercanos, sobre todo si hay una pared blanca.

Todo lo anterior demuestra que la luz blanca está formada por la unión de los colores del arco iris.

Newton descubrió este fenómeno y para comprobarlo pintó un disco con los 7 colores del arco iris. Al hacer girar rápidamente el disco, los colores se fundían, dando la impresión de que el disco era blanco.



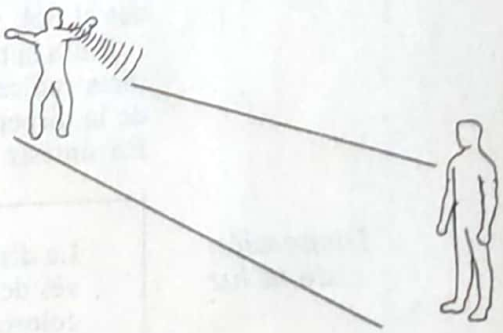
Tú puedes repetir el experimento de Newton pintando alguno de tus discos viejos con los colores citados. Colócalo en el tocadiscos y te encontrarás con el curioso fenómeno de la recomposición de la luz blanca.

VELOCIDAD DE LA LUZ

8.2.1 Con algún compañero realiza el siguiente experimento que tiene por objeto medir la velocidad del sonido; para ello, necesitarás una cinta métrica y un buen cronómetro.

Escaneado con CamScanner

Después de colocarse a la mayor distancia posible (hasta donde alcance a oírse un grito) grita fuertemente; en cuanto el segundo oiga tu grito, gritará él. Noten que en este experimento se consume un breve tiempo. Ahora bien, lo que tienen que hacer es:



- Medir el tiempo que transcurrió entre el momento del primer grito y en el que se escuchó, de regreso, el segundo.
- Medir la distancia que entre ida y regreso recorrió el sonido.
- Usar la fórmula de la velocidad: divide la distancia recorrida (dos veces la longitud que los separa) entre el tiempo empleado en recorrerla.

Las mediciones deberán realizarse con la mayor precisión posible, sobre todo la del tiempo, dado que, en el mejor de los casos, éste será de sólo alguna fracción de segundo.

Repitan el experimento varias veces para adquirir la práctica suficiente; después, háganlo unas 10 veces más, las definitivas, promediando los resultados de estas últimas.

¿Hasta qué punto se acercaron al valor consignado en los libros que es de 330 a 340 m/seg?

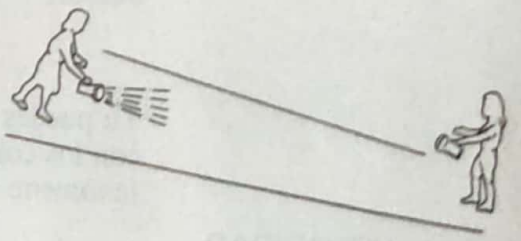
¿Piensas que tenga importancia el lapso que tarda en reaccionar tu compañero, antes de gritar?

¿Cómo se les ocurre que podría mejorarse el experimento?

Utilizando un mecanismo electrico que emita y detecte el sonido.

Ahora vamos a realizar un experimento similar para ver si podemos medir la velocidad de la luz:

Esta vez, en lugar de gritar, encenderán una lámpara (de preferencia en la noche, a la máxima distancia que puedan ver las luces). Hace cerca de 4 siglos, Galileo Galilei trató de descubrir la velocidad de la luz mediante el experimento que hemos descrito. Si fracasaste, piensa que él tampoco tuvo éxito y que sólo logró descubrir que la propagación de la luz se realizaba instantáneamente o a una velocidad muy grande.

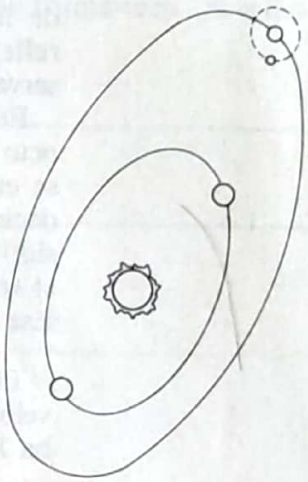


La primera ocasión en que se conoció la velocidad de la luz fue cuando un astrónomo danés, Olaf Roemer, estudiaba los movimientos de Ganimedes, uno de los satélites de Júpiter.

Escaneado con CamScanner

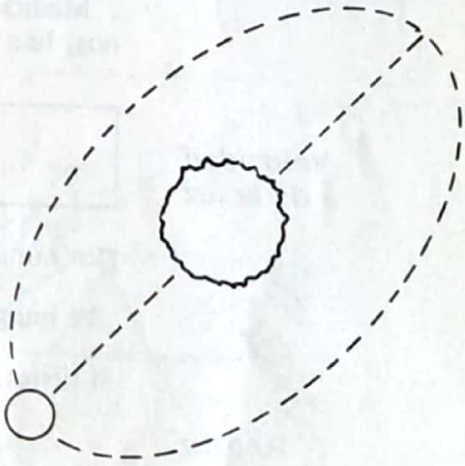
Roemer observó que Ganimedes, en su giro en torno a Júpiter, se sumergía en el cono de sombra de este planeta, desapareciendo de la vista. Esa inmersión se realizaba cada 42 horas, 28 minutos y 35 segundos. Para confirmarlo, siguió observando al curioso satélite y notó que las sucesivas evoluciones tenían una duración cada vez mayor: 22 segundos más a cada nuevo giro, de modo que, al llegar la Tierra a la segunda posición, la diferencia ascendía a 16 minutos con 26 segundos.

Después, al regresar a la primera posición, la duración decrecía: 22 segundos menos cada vez, con lo que se recuperaba finalmente la duración original.



Roemer tuvo el acierto de identificar la causa del extraño comportamiento del satélite.

Afirmó que el retraso se debía a que la luz tenía que recorrer todo el diámetro de la órbita terrestre (un poco más de 300 millones de kilómetros) cuando la Tierra se encontraba en la segunda posición, invirtiendo en ello los 16 min 26 seg de diferencia.



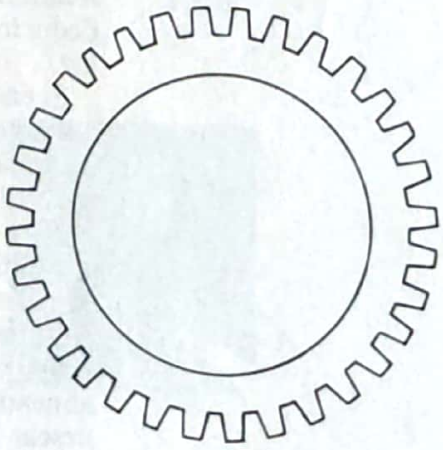
De lo anterior dedujo que la velocidad de la luz sería de 318 288 km/seg.

Fizeau fue otro investigador interesado en medir la velocidad de la luz. En cierto modo reprodujo el experimento de Galileo, sólo que en lugar de ser ayudado por dos compañeros, colocó un espejo para que devolviese la luz.

Pero aún quedaba otro problema. Pese a que colocó el espejo a 8 633 m (con lo que el rayo recorrería más de 17 km), el tiempo que tardaría la luz en hacer el recorrido sería, de acuerdo con los cálculos, apenas un par de diezmilésimas de segundo.

¿Cómo medir un tiempo tan pequeño?

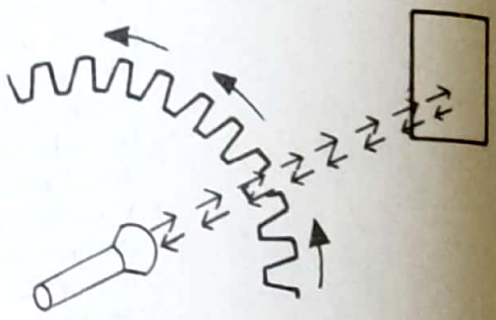
La ingeniosa solución fue. . . ¡una rueda dentada!



La rueda dentada de Fizeau contenía 720 dientes y 720 espacios entre ellos. Cuando esa rueda gira a (digamos) 10 vueltas por segundo, lo cual no es difícil de medir, cada diente tarda en pasar a la posición del espacio siguiente 1/14 400 de segundo, como puedes fácilmente comprobar.

Escaneado con CamScanner

Ahora bien, si se hace pasar un rayo de luz por un espacio, y este rayo se refleja en el distante espejo, se podrá observar su brillo al regresar.



Pero si la rueda está girando, ¡puede ocurrir que a su regreso el rayo luminoso se encuentre con la puerta cerrada! Es decir, puede ocurrir que el espacio haya sido ocupado por un diente. En ese caso, el reflejo del rayo no se percibirá más. Ese es el "eclipse de Fizeau".

El investigador se encontró con que el eclipse ocurría cuando la rueda giraba a una velocidad de 12.6 revoluciones por segundo, lo que significaba que cada diente tardaba 1/18 144 de segundo en ocupar el espacio siguiente. Es decir:

La luz recorre 17 266 m en 1/18 144 s.

La conclusión fue, entonces, que la luz recorre 313 274 km en un segundo.

Mediciones más precisas, realizadas con el instrumental y la tecnología modernos, han permitido establecer que la velocidad de la luz es de:

Velocidad de la luz

$$c = 299\,792.458 \text{ km/s}.$$

(En números redondos, se considera en 300 000 km/s)

¿Te imaginas la distancia que recorrerá la luz en un año?

Si tienes paciencia, encontrarás que esa distancia, llamada *año luz* es igual a:

Año luz

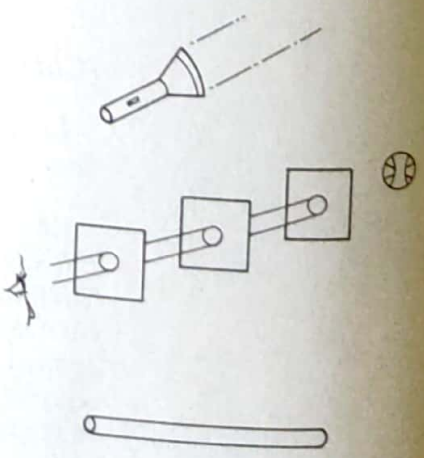
9 461 000 000 000 km

(En números redondos, 9 y medio billones de kilómetros).

¡Y la luz de la estrella más cercana (Próxima Centaurii) tarda más de cuatro años en llegar a nosotros! (Exceptuado el Sol, cuya luz nos llega 8 min 19 seg después de abandonar el disco solar)

TRAYECTORIA DE LA LUZ

8.3.1 Realicemos algunos experimentos para deducir la forma en que se propaga la luz.



Si enciendes una lámpara o si observas los reflectores y faros, notarás que el rayo luminoso es de una forma sensiblemente rectilínea.

Para verificarlo, coloca una serie de cartulinas que contengan un orificio, que te permitan observar a través de ellas. Notarás que la observación sólo es posible cuando los orificios se encuentran alineados con tu ojo y con el objeto que deseas mirar.

Escaneado con CamScanner

O bien, utiliza un tubo o popote y trata de mirar a través de él. Te encontrarás con que para ello se requiere que el tubo o popote tengan forma recta. Si están curvados o doblados, no será posible mirar a su través.

O sea que podemos afirmar que:

> La luz se propaga en línea recta.

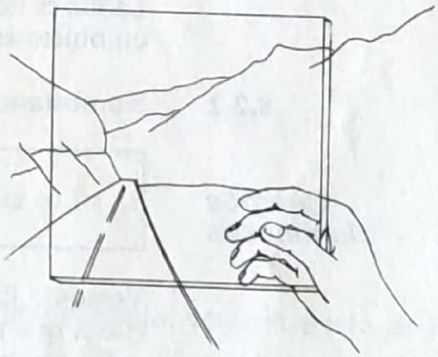
RAYOS Y HACES LUMINOSOS

> Un *rayo luminoso* es la trayectoria recorrida por una emisión de luz, considerada como una línea recta, sin anchura ni grosor.

Pero lo que realmente percibimos son los haces luminosos, que son conjuntos de rayos, así como un pincel que está formado por numerosas cerdas.

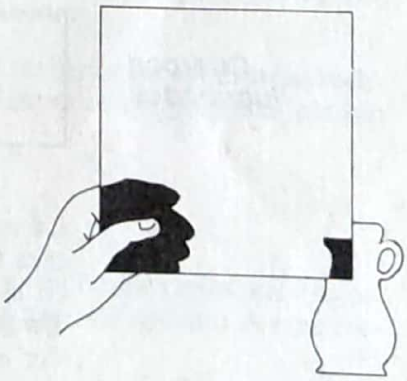
Los rayos luminosos pueden ser interrumpidos por la presencia de un cuerpo material. A este respecto las sustancias se clasifican en:

> *Transparentes,* cuando la luz las atraviesa y pueden observarse las formas y figuras que hay al otro lado.



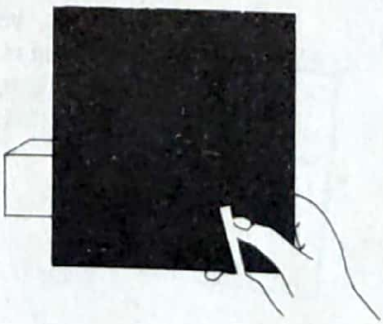
El aire, el agua y el vidrio son ejemplos de sustancias transparentes.

> *Translúcidas.* Son las sustancias que dejan pasar la luz, pero a cuyo través no se reconocen las formas de los objetos.



El aceite, las nubes, el vidrio esmerilado y el papel encerado son sustancias translúcidas.

> *Opacas.* Son las sustancias que no permiten el paso de la luz.



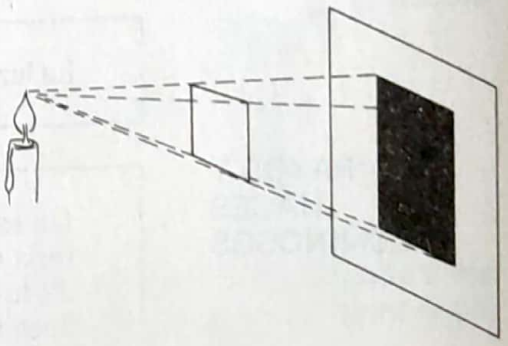
Escaneado con CamScanner

Una tabla, un ladrillo o una lámina metálica son cuerpos opacos.

Cuando se interpone un cuerpo opaco al paso de la luz, se forma en el espacio una zona llamada de sombra. Ese espacio sombreado no puede ser percibido; pero si introducimos en él un objeto, no quedará iluminado sino que se verá oscuro.

SOMBRA

Si colocamos una pantalla (una hoja de papel, por ejemplo) que cubra la zona de sombra, veremos formarse una figura oscura que reproduce el perfil del cuerpo opaco; a esa figura la llamamos *sombra*.



Todo lo anterior nos lleva a la siguiente conclusión:

Propagación rectilínea de la luz

> En un medio homogéneo, la luz se propaga en línea recta.

La luz es necesaria para poder contemplar los objetos que te rodean. Cuando miras un objeto es porque estás recibiendo algunos rayos luminosos procedentes de él.

8.2.2 No obstante, pueden darse dos casos:

Cuerpos luminosos

> Los cuerpos luminosos emiten su propia luz.

Vemos la llama de un cerillo o de una vela, el Sol, las estrellas y las lámparas gracias a que producen luz.

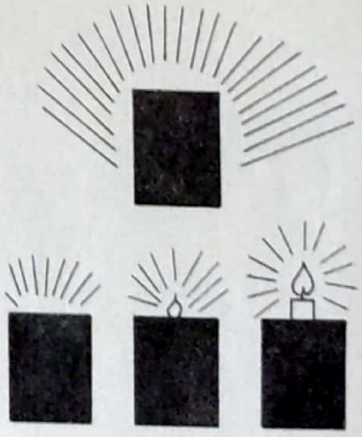
En cambio, los cuerpos iluminados no producen luz.

Cuerpos iluminados

> Los cuerpos iluminados se ven gracias a que reflejan la luz emitida por los cuerpos luminosos.

La mayor parte de los cuerpos que miras son iluminados; en el día, casi no hay otra fuente de luz que el Sol, y con esa luz que rebota en todos los demás objetos y en la atmósfera vemos el resto de ellos.

En la noche, la luz que necesitamos para ver es producida por las bombillas eléctricas, las llamas de los objetos encendidos (cerillos, velas, incendios), las lámparas, luciérnagas y alguna otra fuente luminosa. El resto de los objetos son cuerpos iluminados.

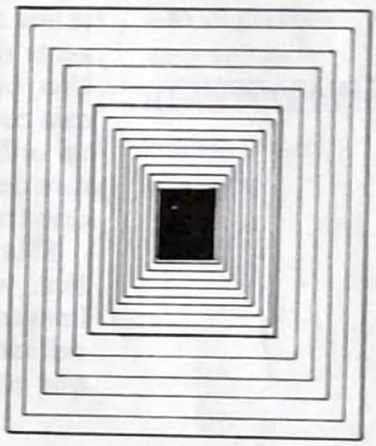


Escaneado con CamScanner

SOMBRA Y PENUMBRA

8.3.1 Cuando interpones un cuerpo opaco entre tus ojos y el punto luminoso, no podrás percibir este último. Tus ojos habrán quedado en la *zona de sombra* del cuerpo opaco, como podrás observar poniendo una pantalla en el lugar que ocupaban tus ojos.

Pero si la fuente de luz no es un simple punto sino un cuerpo más o menos extenso, podrás clasificar el espacio en tres regiones:



- Lugares desde los cuales no se ve el cuerpo luminoso (zona de sombra).
- Lugares desde los cuales se ve parcialmente el cuerpo luminoso (zona de penumbra).
- Lugares desde los cuales se ve todo el cuerpo luminoso (zona iluminada).

Si en el lugar en que estaban tus ojos colocas una pantalla, verás el efecto de las tres zonas:

Una sombra más o menos difusa, rodeada por una zona menos oscura, que gradualmente se aclara hasta llegar a la zona iluminada.

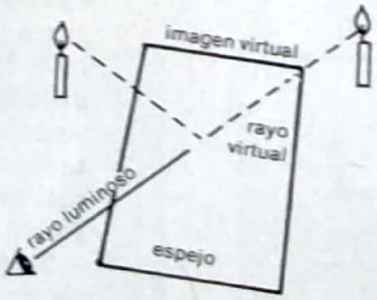
Cuanto más extensa sea la fuente de luz, más difusas serán las sombras al rodearse de penumbras que las distorsionan. Si la fuente luminosa es pequeña, casi un punto, las sombras se perfilan con nitidez.

LAS IMÁGENES

8.3.2 En nuestro ojo se reciben las impresiones luminosas y con base en ellas nuestro cerebro reconstruye las formas y colores de los objetos que nos rodean. A esas formas coloreadas las llamamos *imágenes*.

A veces nuestros ojos nos engañan, haciéndonos ver objetos que no existen. No nos referimos a las alucinaciones, sino a los efectos de las lentes y espejos.

Por ejemplo, cuando miramos un espejo tenemos la ilusión de que al otro lado de él existen objetos en los que reconocemos los objetos del mundo real. Esas son *imágenes virtuales*, ya que sabemos que atrás del espejo no se producen realmente fenómenos ópticos, es decir, transmisiones de luz.



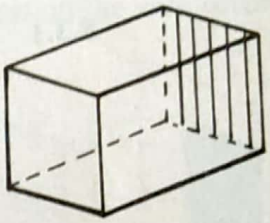
Escaneado con CamScanner

IMÁGENES VIRTUALES

En el lugar en que vemos una imagen virtual no existe ni tal objeto ni rayos luminosos emitidos por él.

Hay, en cambio, otro tipo de imágenes: las que se llaman *reales*.

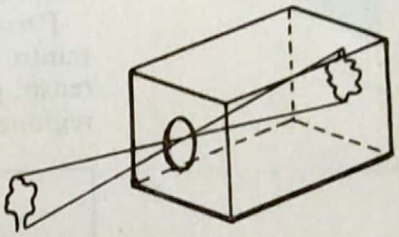
Puedes formar una imagen real mediante una *cámara oscura* o una lente convergente (lupa).



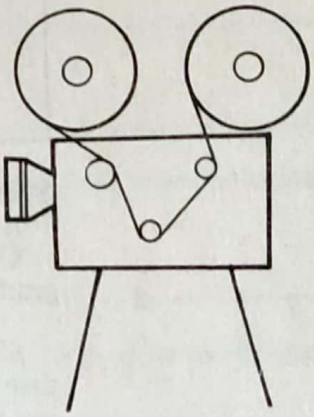
CÁMARA OSCURA

Una cámara oscura es simplemente una caja cualquiera, en cuyo frente se ha hecho un orificio y en la que se ha sustituido la cara del fondo por una hoja de papel o vidrio translúcidos (pantalla).

Si la usas a manera de cámara fotográfica, verás dibujarse en la pantalla una imagen de los objetos que están frente al orificio, con la curiosa peculiaridad de que estarán en posición invertida.



Este es un ejemplo de imagen real.

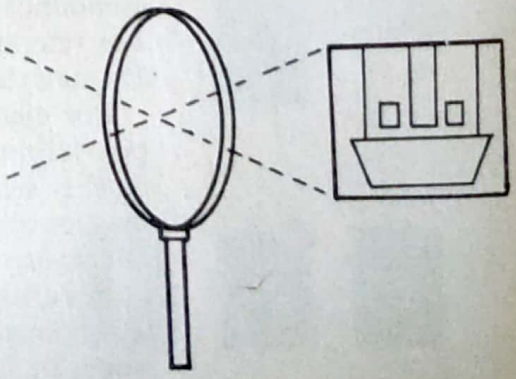


IMÁGENES REALES

Una imagen real no puede percibirse directamente con los ojos, sino sólo cuando se recibe en una pantalla. En el lugar en que se forma la imagen existen rayos luminosos procedentes del objeto que se está contemplando.

Las imágenes producidas por los proyectores de distintas clases (de cine, de transparencias, de cuerpos opacos) son ejemplos de imágenes reales.

Tú puedes producir una imagen real colocando dentro de tu cuarto (lo más a oscuras posible) una lente convergente a cierta distancia de la pared. Aleja o acerca la lupa a la pared hasta encontrar la distancia adecuada; entonces verás proyectarse en la pared una escena en la que se reproducen, como en el cine, los objetos luminosos o iluminados que estén frente a la lente.

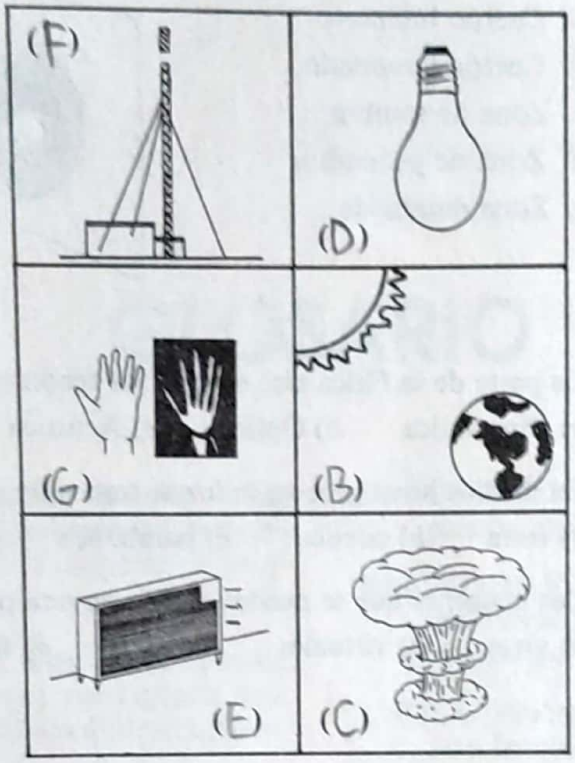


Nuevamente notarás la peculiaridad de las imágenes reales: su posición estará invertida.

Escaneado con CamScanner

CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN

I. Correlaciona el tipo de la radiación escribiendo dentro del paréntesis la letra correspondiente al nombre de cada uno.



A. Rayos ultravioleta
B. Rayos cósmicos
C. Rayos gamma
D. Luz visible
E. Rayos infrarrojos
F. Ondas de radio
G. Rayos X

II. Escribe en el paréntesis la letra del complemento correcto para cada enunciado:

(G) El color de un rayo luminoso es consecuencia de su:
a) longitud de onda *b*) amplitud de onda *c*) velocidad de propagación

(d) La descomposición de la luz es el fenómeno que ocurre cuando un rayo luminoso atraviesa un:
a) fotómetro *b*) espejo *c*) espacio *d*) prisma

(b) La velocidad de la luz es aproximadamente de
a) 340 m/seg *b*) 300 000 km/seg *c*) 10 m/seg *d*) 9 billones km

(A) El primer investigador que logró medir la velocidad de la luz fue:
a) Roemer *b*) Newton *c*) Galileo *d*) Foucault

III. En una escuela hay tres ventanas. Clasifica en opaca, translúcida y transparente las cortinas que las recubren:

Opaca

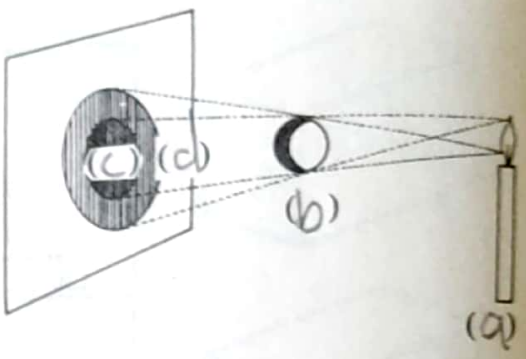
Traslucida

Transparente

Escaneado con CamScanner

IV. Identifica los elementos de esta ilustración, escribiendo en los paréntesis las letras correspondientes a:

a. Cuerpo luminoso
b. Cuerpo iluminado
c. Zona de sombra
d. Zona de penumbra
e. Zona iluminada



(b) La parte de la Física que estudia los fenómenos luminosos es la:
a) Cinemática *b*) Óptica *c*) Acústica *d*) Hidrostática

(a) En medios homogéneos, la luz se transmite en línea:
a) recta *b*) circular *c*) parabólica *d*) transversal

(c) Las imágenes que se pueden recibir en una pantalla se llaman:
a) vivas *b*) virtuales *c*) reales *d*) falsas

Escaneado con CamScanner

GLOSARIO

ACELERACIÓN. Es el aumento o disminución de la velocidad de un móvil en la unidad de tiempo. En el SI la unidad de aceleración es el m/seg^2.

ACCIÓN Y REACCIÓN. A toda fuerza ejercida sobre un cuerpo (acción) corresponde una fuerza de igual magnitud y sentido contrario.

ACÚSTICA. Parte de la Física que estudia el sonido, sus causas, efectos y correlaciones.

ACÚSTICA (ENERGÍA). Forma de energía que se manifiesta en ondas sonoras.

ALTÍMETRO. Instrumento que mide la altura sobre el nivel del mar, basándose en la presión.

AMPLITUD DE ONDA. Es la máxima distancia que recorre una partícula durante una vibración, contada a partir de la posición de equilibrio.

AÑO LUZ. Distancia que recorre la luz en un año. Considerando la velocidad de la luz igual a 300 000 km/s, el año luz equivale a unos 9.5 billones de km.

APAREJO. Combinación de poleas fijas y móviles. El aparejo reduce la fuerza que se usará a R/n, siendo n el número de hilos que unen las poleas.

ATÓMICA (ENERGÍA). Forma de energía que se desprende del núcleo de los átomos durante las fusiones o fisiones atómicas.

BASE DE SUSTENTACIÓN. Polígono convexo que encierra todos los puntos en los que se apoya un cuerpo.

BARÓMETRO. Aparato que sirve para medir la presión atmosférica.

BRAZO (DE FUERZA). Distancia que hay entre una fuerza y el centro de rotación del cuerpo movido por ella.

CAUSA. Fenómeno que genera la producción de otro fenómeno, al cual se le llama *efecto*.

CENTRO DE GRAVEDAD. Punto en el cual se manifiesta el peso de un cuerpo.

CIENCIA. Conjunto organizado de conocimientos en torno a un objeto dado, obtenidos mediante la aplicación del método científico.

CIENCIA PURA. Conocimientos obtenidos con la única finalidad de comprender los fenómenos.

CIENCIA APLICADA. Conocimientos obtenidos para dar al hombre ventajas materiales.

CIENCIA EXPERIMENTAL. Conocimientos obtenidos a partir de la observación y experimentación de los fenómenos.

CINÉTICA (ENERGÍA). Forma de energía que se manifiesta a través del movimiento de los cuerpos.

COMPONENTES. Fuerzas que actúan simultáneamente para producir un efecto.

COMPRESIBILIDAD. Propiedad de los gases de reducir su volumen bajo la acción de las fuerzas compresoras. En menor grado la poseen los líquidos.

CONOCIMIENTO CIENTÍFICO. Conocimiento basado en la aplicación del método científico para garantizar su validez.

Escaneado con CamScanner

CONOCIMIENTO EMPÍRICO. Conocimiento adquirido durante el transcurso de la vida, por experiencia, sin rigor científico.

CRESTA. Punto de máxima separación con respecto a la posición de equilibrio (véase: Onda).

CUERPO. Porción limitada de materia.

CUÑA. Máquina simple formada por dos planos inclinados.

DECIBEL. Unidad de intensidad del sonido (dB).

DENSIDAD. Cantidad de materia de una sustancia contenida en la unidad de volumen.

DEFORMACIÓN. Cambio de forma causado por la acción de una fuerza.

DIAPASÓN. Instrumento sonoro que produce ondas puras.

DINAMÓMETRO. Aparato que se usa para medir fuerzas.

DISPERSIÓN DE LA LUZ. Fenómeno que consiste en que los rayos de luz coloreados se separan al cruzar un prisma.

DIRECCIÓN. Posición de la línea sobre la que actúa una fuerza o móvil.

DIVISIBILIDAD. Propiedad general de la materia consistente en que puede dividirse en trozos más pequeños.

DUCTIBILIDAD. Propiedad particular de los cuerpos que se convierten en hilos más o menos finos.

DUREZA. Propiedad particular de los cuerpos que se manifiesta como resistencia a dejarse rayar.

ECO. Reflexión del sonido que se escucha como un segundo sonido si la pared reflectora está a más de 17 m de distancia.

EFECTO. Fenómeno ocasionado por otro al cual se llama causa.

EFECTO DOPPLER. Fenómeno que manifiestan las ondas producidas por un cuerpo en movimiento y que aparentemente aumentan o disminuyen su frecuencia.

ELASTICIDAD. Propiedad general de la materia consistente en que los cuerpos recobran su forma o volumen cuando cesa la fuerza que los modificó.

ELECTRICIDAD. Forma de energía que se manifiesta en atracciones o repulsiones de los electrones.

EMPÍRICO. Relativo a la experiencia.

ENERGÉTICO. Sustancia de la cual se puede obtener energía.

ENERGÍA. Agente capaz de realizar un trabajo.

ENERGÍA RADIANTE. Forma de energía que se propaga en el espacio mediante rayos ondulatorios.

EQUILIBRANTE. Fuerza capaz de lograr el equilibrio de otra u otras fuerzas.

EQUILIBRIO. Estado en el cual varias fuerzas se anulan mutuamente y se mantienen en reposo.

EQUILIBRIO ESTABLE. El que no se altera cuando el cuerpo es apartado ligeramente de su posición.

EQUILIBRIO INESTABLE. El que se rompe cuando el cuerpo es apartado ligeramente de su posición.

EQUILIBRIO INDIFERENTE. El que se conserva en la nueva posición cuando el cuerpo es apartado de ella.

ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO. Conjunto de ondas electromagnéticas, ordenado según sus frecuencias o longitudes de onda.

EXPANSIBILIDAD. Propiedad de los gases en virtud de la cual tienden a ocupar el máximo volumen disponible.

EXPERIMENTO. Fenómeno reproducido a voluntad y en condiciones ideales para comprobar una hipótesis.

EXPERIMENTACIÓN. Proceso del método científico en que se comprueba una hipótesis mediante la observación del fenómeno.

EXTENSIÓN. Propiedad general de la materia que consiste en que todo cuerpo ocupa un lugar en el espacio.

FENÓMENO. Todo cambio que ocurre en la naturaleza o la sociedad.

Escaneado con CamScanner

FÍSICA. Ciencia que estudia los fenómenos en los que no cambia la naturaleza de las sustancias.

FLUIDEZ. Propiedad de los líquidos y de los gases, que escurren para adaptarse a la forma del recipiente que los contiene.

FÓRMULA. Expresión matemática mediante la cual se establecen las relaciones existentes entre varias magnitudes.

FRECUENCIA. Número de vibraciones por segundo que ocurren en un movimiento ondulatorio.

FRICCIÓN. Rozamiento que ocurre entre un móvil y la superficie sobre la que se desplaza. Origina pérdidas de energía cinética que se transforma en calor.

FUENTE DE ENERGÍA. Objeto generador de alguno de los tipos de energía.

FUENTE SONORA. Objeto que vibra para producir sonido.

FUERZA. Todo agente capaz de producir movimiento, presión o deformación.

FUERZA CENTRÍFUGA. La que tiende a hacer que un móvil se aparte de su centro de rotación.

FUERZA CENTRÍPETA. La que tiende a hacer que un móvil se acerque a su centro de rotación.

FUERZAS COLINEALES. Las que actúan sobre una misma línea.

FUERZAS CONCURRENTES. Las que actúan sobre líneas que concurren en un punto.

FUERZAS PARALELAS. Las que actúan sobre líneas paralelas.

GAS. Estado físico que se caracteriza por carecer los cuerpos de forma o volumen propios. Son sumamente expansibles y compresibles.

GÉNERO DE PALANCAS. Cada uno de los tres tipos de palancas clasificados según el punto (de apoyo, de resistencia, de potencia) que se encuentra entre los otros dos.

GRAMO. Unidad de fuerza y de masa que vale 1/1 000 de kilogramo, que es la unidad SI (g)

GRAVEDAD. Fuerza que tiende a hacer que los cuerpos caigan en dirección al centro de la Tierra. Es un caso particular de la atracción universal.

HAZ LUMINOSO. Conjunto de rayos luminosos.

HEMISFERIOS DE MAGDEBURGO. Experimento para demostrar la fuerza atmosférica. Hecho el vacío en dos semiesferas huecas de hierro, dos caballos no pudieron separarlos.

HIDRÓMETRO. Aparato que sirve para medir el peso específico de los líquidos mediante la presión hidrostática que producen.

HIDROSTÁTICA (PRESIÓN). La que se ejerce en el seno de los líquidos y que depende de la profundidad y de la densidad del líquido: $P.h = dh$

HIPÓTESIS. Conjetura que se adopta como elemento de trabajo para diseñar una investigación.

ILUMINADO. Cuerpo que refleja la luz procedente de una fuente luminosa.

IMAGEN. Formas y figuras apreciadas mediante el sentido de la vista y que se ven en un lugar determinado.

IMAGEN REAL. Imágenes formadas por rayos luminosos que concurren en los puntos en que ellas se ven.

IMAGEN VIRTUAL. Imágenes formadas por el cerebro, que las ve en un lugar en el que no existen realmente rayos luminosos.

IMPENETRABILIDAD. Propiedad de la materia que consiste en que dos cuerpos no pueden ocupar simultáneamente el mismo espacio.

INERCIA. Propiedad general de la materia: un cuerpo no puede cambiar su estado de movimiento sin la intervención de una fuerza.

INORGÁNICO. Cuerpo o sustancia capaz de ser producida sin la intervención de organismos vivos.

INTENSIDAD. Elemento cuantitativo de una magnitud física. La intensidad de una fuerza se mide en newtons; la de un sonido, en decibeles.

JERINGA DE PASCAL. Aparato usado para demostrar que la presión hidrostática se ejerce en todas direcciones.

JOULE O JULIO. Unidad del trabajo en el SI.

KILOGRAMO-MASA. Unidad de masa en el SI.

Escaneado con CamScanner

KILOGRAMO PATRÓN. Muestra existente en la oficina de pesas y medidas de París. Equivale al peso y masa de un litro de agua destilada, a 4°C, 45° de latitud, nivel del mar.

KILOGRAMO-PESO. Unidad de peso en el SI.

KILOGRÁMETRO. Unidad de trabajo: es el trabajo que realiza una fuerza de 1 kg cuando se desplaza 1 m según su dirección.

LABORATORIO. Lugar ideal para la investigación científica; en él se dispone de los elementos materiales y condiciones de aislamiento adecuados.

LEY. Conocimiento que se ha establecido conforme a las reglas del método científico.

LEY DE HOOKE. Las deformaciones que sufren los cuerpos son proporcionales a las fuerzas que la producen, sin rebasar el límite de elasticidad.

LEYES DE NEWTON. Definen las relaciones entre masa y fuerza y son 3: ley de inercia, ley de las fuerzas y ley de acción y reacción.

LÍMITE DE AUDIBILIDAD. Frecuencias que delimitan el intervalo dentro del cual es posible escuchar un sonido: de 16 a 20 000 vibraciones por seg.

LÍMITE DE ELASTICIDAD. Fuerza máxima que puede soportar un cuerpo elástico; si se supera, el cuerpo se deforma permanentemente.

LÍQUIDO. Estado físico que se caracteriza en adoptar el cuerpo la forma del recipiente que lo contiene. Tiene, en cambio, un volumen definido y prácticamente incompresible.

LONGITUD. Una de las 3 magnitudes fundamentales de la Física. Es la distancia comprendida entre dos puntos.

LONGITUD DE ONDA. Distancia comprendida entre 2 valles o crestas consecutivas.

LUBRICACIÓN. Proceso usado para reducir la fricción o rozamiento; consiste en untar las superficies con un lubricante: polvos, aceites, grasas.

LUMINOSO. Cuerpo que emite radiaciones visibles.

LUZ. Radiación electromagnética con frecuencias comprendidas entre 400 billones y 750 billones de vibraciones por segundo y longitud de onda de 500 a 3 800 angstroms. Es la forma de energía que captan nuestros ojos.

LUZ ULTRAVIOLETA. Suele incluirse esta forma de energía como una forma de luz, aunque no es visible directamente. Consta de ondas electromagnéticas con frecuencias de 750 billones a 50 mil billones de vibraciones por segundo.

MAGNITUD. Cantidad variable y susceptible de medición por comparación con una unidad de medida.

MAGNITUD ESCALAR. La que no lleva asociada una dirección.

MAGNITUD VECTORIAL. Aquella lleva asociada una dirección y un sentido.

MALEABILIDAD. Propiedad de los sólidos, en virtud de la cual pueden convertirse en láminas más o menos delgadas.

MANÓMETRO. Aparato usado para medir la presión de los gases.

MÁQUINA. Aparato usado para transformar los elementos de una fuerza: intensidad, dirección y sentido. No puede modificar, en cambio, la cantidad de trabajo que se realiza sin su auxilio.

MASA. Una de las tres magnitudes fundamentales de la Física. Cantidad de materia contenida por un cuerpo.

MATERIA. Sustancia de la que están hechos los cuerpos; tiene como propiedades generales la extensión, masa e inercia.

MEDIDA. Valor cuantitativo de una magnitud. Se determina mediante la comparación de ésta con otra de la misma especie llamada unidad.

MÉTODO CIENTÍFICO. Procedimiento mediante el cual trabaja la ciencia. Sus pasos son: observación, formulación de hipótesis, experimentación y generalización.

METRO PATRÓN. Modelo existente en la Oficina de pesas y medidas de París para definir la longitud del metro, unidad del SI.

MOLÉCULAS. Partes minúsculas de que están constituidas los cuerpos materiales. Estas, a su vez, están formadas por átomos.

Escaneado con CamScanner

MOVIMIENTO. Cambio de posición de un cuerpo.

MOVIMIENTO ABSOLUTO. Movimiento referido al espacio en sí, sin correlación con un sistema de referencia dada.

MOVIMIENTO RELATIVO. Movimiento definido en relación con un sistema de referencia, con respecto al cual se determinan las distancias que fijan la posición de un móvil.

MOVIMIENTO CIRCULAR. Movimiento en el cual el cuerpo recorre una trayectoria circular.

MOVIMIENTO ONDULATORIO O VIBRATORIO. Movimiento en el cual el cuerpo se aparta y acerca una y otra vez a una posición de equilibrio.

MOVIMIENTO RECTILÍNEO. Movimiento en el cual el cuerpo recorre una trayectoria rectilínea.

MOVIMIENTO ACELERADO. Movimiento en el cual la velocidad aumenta con el transcurso del tiempo.

MOVIMIENTO UNIFORME. Movimiento en el cual la velocidad permanece constante.

NEWTON (UNIDAD). Unidad U. de fuerza en el SI. Se define como la fuerza necesaria para mover una masa de 1 kg con una aceleración de 9.81 m/seg^2 (N).

NIVEL. Plano horizontal que, al menos teóricamente, adopta la superficie libre de un líquido.

NODO. Punto de una onda que coincide con la posición de equilibrio.

OBSERVACIÓN. Fase inicial del método científico, que consiste en la percepción de las características de los fenómenos.

OBSERVATORIO. Lugar en el que se realizan observaciones científicas, para lo cual cuenta con los instrumentos y aparatos de medición adecuados.

ONDA. Emisión producida durante un movimiento ondulatorio.

ONDA SONORA. Aquella que en forma de sonido se produce en los fenómenos acústicos.

ONDA ELECTROMAGNÉTICA. Onda producida como luz, calor, rayos ultravioleta, de radio y televisión.

OPACO (CUERPO). El que no permite el paso de la luz.

ÓPTICA. Ciencia que estudia los fenómenos luminosos.

ORGÁNICA (SUSTANCIA). Sustancia producida como resultado de las funciones de los organismos vivos.

OSCILACIÓN LONGITUDINAL. Movimiento ondulatorio en el cual la vibración de las partículas se realiza en la misma dirección en que se propagan las ondas.

OSCILACIÓN TRANSVERSAL. Movimiento ondulatorio en el cual la vibración de las partículas se realiza en dirección perpendicular a la de propagación.

PALANCA. Máquina simple formada por una barra apoyada en uno de sus puntos.

PAR DE FUERZAS. Fuerzas que actúan sobre un cuerpo y que tienden a producirle un movimiento giratorio. Son paralelas, de igual magnitud y sentido contrario.

PASCAL (UNIDAD). Unidad de presión (Pa) en el SI.

PENUMBRA. Zona desde la cual no se ve totalmente un cuerpo luminoso y que, por tanto, es una sombra parcial.

PESO. Fuerza dirigida hacia el centro de la Tierra y que presentan todos los cuerpos cercanos al planeta.

PESO ESPECÍFICO. Peso de unidad de volumen de una sustancia dada.

PLANO INCLINADO. Máquina simple. Consta de una superficie en dirección oblicua con respecto a la fuerza.

POLEA. Máquina simple. Consta de un disco, con una ranura en la que se desliza una cuerda.

POLEA FIJA. Polea que se sujeta. Sirve sólo para cambiar la dirección del movimiento.

POLEA MÓVIL. Polea que se desplaza. Mediante ella la fuerza útil se reduce a la mitad.

Escaneado con CamScanner

POROSIDAD. Propiedad general de la materia que consiste en que los cuerpos dejan espacios vacios en su interior, a los cuales se llama *poros*.

POTENCIA. Fuerza útil de una máquina.

POTENCIAL (ENERGÍA). Energía que tiene un cuerpo por su posición: un arco tenso, el agua de una presa hidráulica, un resorte.

PRESIÓN. Cantidad de fuerza que opera sobre una unidad de superficie. Su fórmula es: $P = \frac{F}{S}$

PRESIÓN NEUMÁTICA. La debida al choque de las moléculas de los gases contra las paredes y objetos.

PRESIÓN HIDROSTÁTICA. Presión debida al peso del fluido. Depende de la altura y densidad del fluido: $P = hd$

PRISMA ÓPTICO. Cuerpo transparente, que descompone la luz por el fenómeno de refracción.

PROPAGACIÓN. Movimiento aparente de las ondas, que parecen desplazarse con cierta velocidad y dirección.

PUNTO DE APLICACIÓN. Lugar en que se aprecian los efectos de una fuerza.

QUÍMICA. Ciencia que estudia los fenómenos en los cuales se transforman las sustancias.

QUÍMICA (ENERGÍA). Energía contenida en el interior de las moléculas de combustibles explosivos, etcétera, y que se manifiesta en los fenómenos químicos.

RAPIDEZ. Distancia recorrida en la unidad de tiempo. Es sinónimo de velocidad, cuando ésta no se le da carácter vectorial.

RAYO. Línea de luz.

RAYOS CÓSMICOS. Radiaciones electromagnéticas que cruzan el espacio y cuya longitud de onda es menor que 10^{-18} m.

RAYOS GAMMA. Radiaciones electromagnéticas, cuya longitud de onda es muy corta (de 10^{-11} a 10^{-16} m). Aparecen en procesos naturales de desintegración radiactiva.

RAYOS LUMINOSOS. Grupo de ondas electromagnéticas, perceptibles por el ojo humano.

RAYOS X. Radiaciones electromagnéticas, cuya longitud de onda es de 10^{-9} a 10^{-12} m. Sirven para examinar el interior del cuerpo humano y detectar defectos en metales.

RAYOS ULTRAVIOLETA. Radiaciones electromagnéticas cuya longitud de onda fluctúa entre 10^{-7} y 10^{-9} m. Con ellos se esteriliza el instrumental médico.

REACCIÓN. (Véanse Acción y Reacción).

REFLEXIÓN. Propiedad de algunas superficies, consistente en reflejar los rayos luminosos, caloríficos o sonoros que inciden sobre ellas.

RESISTENCIA ELÉCTRICA. La que opone un conductor al paso de corriente eléctrica.

RESONANCIA. Es el rebote del sonido contra un cuerpo y puede hacer que éste se ponga a vibrar y emitir sonidos.

RESULTANTE. Es el vector que resulta de una suma de varios vectores.

REVERBERACIÓN. Reflexión del sonido por la cual aumenta su intensidad.

RUEDA DE SAVART. Aparato que consta de un disco dentado que al girar hace vibrar una lengüeta y que, al aumentar la rotación, eleva la intensidad del sonido que produce.

RUEDA DE FIZEAU. Es una rueda con 720 dientes y 720 espacios entre ellos, que al girar a velocidad constante nos permite medir la velocidad de la luz.

RUIDO. Mezcla de varios sonidos con frecuencias arbitrarias.

SEGUNDO. Unidad básica de tiempo.

SENTIDO (DIRECCIONAL). Línea sobre la que se desplaza una magnitud vectorial, considerando un extremo positivo y el otro negativo.

SIFÓN. Tubo flexible que sirve para pasar o trasegar líquidos por medio de la presión atmosférica.

SISTEMA DE FUERZAS. Conjunto de fuerzas que actúan sobre un mismo cuerpo y que puede ser sustituido por una fuerza resultante.

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI). Aquel en que por convenio internacional se establecen las magnitudes básicas, sus derivadas y su simbología.

Escaneado con CamScanner

SÓLIDO. Dícese del estado de la materia en el cual una sustancia tiene tamaño y forma bien definidos.

SOMBRA. Espacio a donde no llegan los rayos luminosos.

SONIDO. Vibraciones de 16 a 20 000 Hz, que están comprendidas en el dominio de la audición y que se propagan como ondas longitudinales.

SUBMÚLTIPLO. Es el número o cantidad que están contenidos exactamente en la unidad.

SUSTANCIA. Cuerpo con propiedades físicas y químicas que permiten diferenciarlo de otros.

TECNOLOGÍA. Aplicación del conocimiento científico al desarrollo de nuevos productos y procesos industriales.

TENACIDAD. Es la resistencia que ofrece un cuerpo a la ruptura.

TEORÍA. Conjunto de conocimientos y leyes elaborados en torno a un tema dado.

TÉRMICA (ENERGÍA). Forma de energía contenida en el calor.

TIEMPO. Una de las tres magnitudes fundamentales de la Física. Se mide en segundos.

TIMBRE. Propiedad del sonido que nos permite identificar las diversas fuentes sonoras.

TONEL DE PASCAL. Barril construido por Pascal para mostrar los efectos de la presión hidrostática.

TONO. Propiedad del sonido que permite diferenciar las notas graves y las agudas.

TORNILLO. Máquina simple formada por una hendidura o saliente de forma helicoidal.

TORNO. Máquina simple formada por un cilindro y una manivela.

TRANSLÚCIDO. Cuerpo que permite el paso de la luz, pero a través del cual no se perciben las formas.

TRANSPARENTE. Cuerpo que permite observar las figuras existentes al otro lado de él.

TRAYECTORIA. Sucesión de puntos que ocupa un cuerpo en movimiento.

ULTRASONIDO. Ondas sonoras cuya frecuencia superior a 20 000 vibraciones por segundo no permite la audición.

UNIDAD. Magnitud usada para medir otras de la misma especie, por comparación con ella.

VACÍO. Espacio desprovisto de toda clase de materia.

VALLE. Punto más bajo de una onda.

VASOS COMUNICANTES. Recipientes que tienen una comunicación para los líquidos.

VECTOR. Gráfica utilizada para representar una magnitud vectorial. Su longitud representa la intensidad y su posición representa la dirección y sentido.

VECTORIAL. Magnitud que lleva asociada una dirección y sentido.

VELOCIDAD. Distancia recorrida por un móvil en la unidad de tiempo. Su fórmula es: velocidad = distancia ÷ tiempo.

VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN. Velocidad con la que una onda se propaga en su movimiento aparente.

VIBRACIÓN. Movimiento ondulatorio en el que las partículas vuelven periódicamente a su posición de equilibrio.

Escaneado con CamScanner

Bibliografía recomendada para el profesor:

Diccionario Rioduero de Física: Ediciones Rioduero, 1978, Madrid.

Bueche, F.: Fundamentos de Física. Libros Mc Graw Hill de México, 1983, México.

Bueche, F.: Física general. Libros Mc Graw Hill de México, 1982, Colección Schaum, México.

Genzer, I.: Física. Publicaciones Cultural, S.A., 1972. México.

Oyarzabal, J.: Lecciones de física. C.E.C.S.A., 1972. México.

Larousse: Pequeño Larousse de ciencias técnicas. México.

White, H.E.: Física moderna (2 tomos). Montaner y Simon, 1979. Barcelona.

Tippens: Física. Conceptos y aplicaciones. Libros Mc Graw Hill de México, 1982, México.

Zebrowski: Física práctica. Libros Mc Graw Hill, 1984. México. En prensa.

Escaneado con CamScanner

Este libro se encuentra a
la venta en las principales
librerías del país y/o en
la siguiente dirección
Apartado Postal 5-237
06500 México, D. F.
Tel. 576-90-44

EDICIONES PEDAGÓGICAS, S.A. de C.V.

ISBN 968-7183-51-9

Escaneado con CamScanner